

WHAT AND HOW TO TEACH CLIMATE CHANGE IN THE GEOGRAPHY EDUCATION PROGRAM AT THE UNIVERSITY?Norma Yadira Bravo-Montano¹**E-mail:** nybravo@ucf.edu.cu**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1072-8703>Danay Domínguez-Pacheco¹**E-mail:** ddpacheco@ucf.edu.cu**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7652-3903>Luis Alfonso-Pérez¹**E-mail:** lalfonso@ucf.edu.cu**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5471-1321>¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.**Cita sugerida (APA, séptima edición)**Bravo-Montano, N. Y., Domínguez-Pacheco, D., & Alfonso-Pérez, L. (2025). ¿Qué y cómo enseñar el cambio climático en la carrera universitaria Educación Geografía? *Revista UGC*, 3(S3), 173-183.**Fecha de presentación:** 20/07/2025**Fecha de aceptación:** 31/08/2025**Fecha de publicación:** 01/10/2025**RESUMEN**

En el artículo se examina la importancia de incluir el cambio climático en los contenidos de estudio de la carrera Licenciatura en Educación Geografía, resaltando su relevancia en el ámbito educativo y social. Se argumenta que el cambio climático, considerado una realidad indiscutible, debe ser abordado en los planes de estudio para preparar a los futuros profesionales a influir proactivamente en sus comunidades. La autora destaca que, a pesar de la creciente evidencia científica sobre los efectos del cambio climático, persiste un alto grado de desconocimiento y desinterés en la sociedad. Esto se debe a la confusión entre el cambio climático y otros problemas ambientales, así como a la falta de conexión entre la información científica y las preocupaciones cotidianas de las personas. Además, critica la tendencia a evadir responsabilidades, lo que agrava la crisis. En el contexto cubano, se enfatiza la vulnerabilidad del país ante los efectos del cambio climático y la necesidad de integrar este conocimiento en la formación docente. Se propone una visión multidisciplinaria que contemple no solo aspectos ambientales, sino también pedagógicos y sociales, para fomentar una comprensión integral del fenómeno. También se aboga por un enfoque educativo que promueva una actitud crítica y proactiva ante el cambio climático, capacitando a los futuros licenciados para enfrentar los desafíos ambientales y sociales de su entorno.

Palabras clave:

Cambio climático, educación ambiental, formación, ciencia, tecnología y sociedad, vulnerabilidad-

ABSTRACT

This article examines the importance of including climate change in the curriculum of the Bachelor of Geography Education program, highlighting its relevance in the educational and social spheres. It argues that climate change, considered an indisputable reality, must be addressed in the curriculum to prepare future professionals to proactively influence their communities. The author highlights that, despite growing scientific evidence on the effects of climate change, a high level of ignorance and disinterest persists in society. This is due to the confusion between climate change and other environmental problems, as well as the lack of connection between scientific information and people's daily concerns. Furthermore, she criticizes the tendency to evade responsibility, which exacerbates the crisis. In the Cuban context, the country's vulnerability to the effects of climate change and the need to integrate this knowledge into teacher training are emphasized. A multidisciplinary approach is proposed that considers not only environmental aspects but also pedagogical and social aspects to foster a comprehensive understanding of the phenomenon. It also advocates for an educational approach that promotes a critical and proactive attitude toward climate change, training future graduates to address the environmental and social challenges of their surroundings.

Keywords:

Climate change, environmental education, training, science, technology and society, vulnerability.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha convertido en un tema de gran relevancia a nivel global. Su aparición ha revitalizado el enfoque en las políticas ambientales en general y, específicamente, en la educación orientada hacia la sostenibilidad. Al igual que en otras áreas en desarrollo, ha surgido una abundancia de estudios que abordan esta problemática desde múltiples perspectivas teóricas y metodológicas.

Este complicado asunto, encuentra hoy día, numerosas posibilidades de salida a lo largo del proceso de formación del Licenciado en Educación Geografía (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2017). Debe añadirse al respecto que, los contenidos de profesionalización aportan una interpretación amplia y conexas con los problemas asociados al cambio climático y su mitigación, mediante salidas educativas dirigidas a preparar a un profesional, que sea capaz de influir en las nuevas generaciones y promover en ellas una actitud proactiva.

Para ello debe asumirse que el cambio climático es una realidad incuestionable. La contundencia de esta premisa deriva de que hasta hace muy poco tiempo había cobrado fuerza una corriente denominada “negacionista”, que cuestionaba los orígenes antrópicos del fenómeno y sostenía que el actual calentamiento global responde a los ciclos naturales del planeta (Lomborg, 2009). La consecuente incertidumbre que ello generaba convenía a quienes se ven afectados por las políticas de respuesta al fenómeno, como es el caso de las empresas petroleras y las industrias asociadas, como la automotriz.

A partir de este presupuesto se tiene que en el plan de estudio de la carrera que nos ocupa, se prevén contenidos de Geografía Económica, los cuales, enfatizan el debate sobre la existencia del cambio climático global como consecuencia de las actividades humanas. Al respecto se demuestra desde los estudios de la Física de la Atmósfera y la Meteorología, ambos comprendidos en el plan de estudio, cómo dicho proceso ha variado en los últimos años, se les ejemplifica a los estudiantes que algunos de los críticos más acérrimos han terminado por reconocer las serias implicaciones sociales del cambio climático.

Basado en esta problemática, la asignatura Geografía Política prevé contenidos que permiten modelar intervenciones pedagógicas para influir en el aprendizaje de los futuros licenciados, a manera de ejemplo se tienen las aportaciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, organismo integrado por más de 2 mil 500 científicos de todo el orbe quienes han demostrado que, la temperatura del planeta ha aumentado 0.74°C de 1906 a 2005 (Richard, 2011).

Con estos datos y en general, con todos los datos aportados por el panel antes citado, puede influirse en la formación de los profesionales de la carrera Geografía. Debe

tomarse en cuenta que los informes quinquenales presentados por dicho panel, formulan un diagnóstico de la situación existente con un cierto grado de incertidumbre científica y describe posibles escenarios de futuro —según el curso que siga la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI)— con sus correspondientes impactos en los ecosistemas y en las sociedades humanas.

Debe añadirse que el más reciente informe del PICC confirma inequívocamente la responsabilidad humana en la modificación irreversible del clima planetario³. Su escenario menos grave, siempre y cuando se tomen medidas de reducción significativa de GEI, estima un incremento promedio de la temperatura alrededor de los 2° centígrados.

Según el reporte, los doce años comprendidos entre 1995 y 2006 se encuentran en el **ranking** de los más calurosos en los registros de temperaturas de superficie que datan desde 1850. Datos más recientes denuncian que la década 2000-2009 ha sido la más calurosa registrada, más que la de 1990. Según la agencia espacial NASA, los años más cálidos han sido 1998, 2003, 2005, 2006, 2007 y 2009. De este modo, el cambio climático contribuye significativamente a agravar los problemas existentes.

En atención a estos elementos puede indicarse que resultan relevantes en la concepción CTS del proceso de formación de profesionales de la educación, en particular la formación de los profesores de Geografía, por cuanto permiten mostrar la interrelación de los avances científicos conducentes a las mejoras tecnológicas y consecuentemente el efecto de estas en el medio ambiente.

Fuera importante indicar que, desde la asignatura Geografía Física, los estudiantes de Educación Geografía, pueden constatar que los efectos del incremento de la temperatura promedio de la atmósfera planetaria son diferentes en las distintas regiones, donde resultan más afectados los países tropicales e insulares y las zonas costeras.

Como contribución específica a la formación de estos profesionales, desde la asignatura Geografía Social, deberá enfatizarse que son más vulnerables aquellas poblaciones que habitan en construcciones precarias, en zonas de alto riesgo y que no cuentan con la información oportuna, ni las condiciones apropiadas para ponerse a resguardo (alertas tempranas, gestión del riesgo, sitios de refugio, entre otras).

Aquí las relaciones CTS, preparan una salida efectiva al profundizar los aspectos de naturaleza social, culturales y etnográficos que están presentes en los precursores de los poblamientos de estas zonas de riesgos, e incluso la impronta comportamental en la percepción de los desastres naturales.

El tema es cotidiano en los medios de comunicación que informan sobre los avances científicos, los desacuerdos de la comunidad internacional y las políticas de respuesta

institucional. No obstante, transmiten una información cuyos elementos principales son confusos. Esto debido a la complejidad de explicar, en términos sencillos y asequibles, la naturaleza y la magnitud del problema, así como porque los mensajes suelen centrarse en la información científica y en los daños ocasionados por fenómenos extremos, destacando sus costos económicos. De este modo, la proliferación informativa es impropia, y con frecuencia distorsionada porque, entre otros rasgos, se suele achacar al cambio climático eventos que no lo son.

En el presente trabajo se examina el cambio climático y su tratamiento en la formación de Licenciados en Educación Geografía, para ello se entra a un breve análisis de cómo se manifiesta el cambio climático en el mundo, Latinoamérica y en Cuba, así como la visión social del Cambio Climático, la dimensión socio-educativa, de frente a la Realidad cubana.

METODOLOGÍA

La metodología del estudio se basó en un riguroso proceso de análisis de 24 fuentes consultadas, seleccionadas a partir de una propuesta inicial de 50 obras. Este proceso se llevó a cabo en tres rondas propositivas, donde se evaluaron los trabajos en función de su relevancia y adecuación a las exigencias actuales del plan de estudio de la carrera de Educación Geografía. Es fundamental que los artículos de revisión, especialmente aquellos con temáticas específicas relacionadas con la formación del profesional de la educación, tomen como brújula los planes de estudio aprobados y que estén funcionando en los sistemas educativos correspondientes.

De esta manera, se garantiza que el contenido sea pertinente y útil para la práctica educativa. En cada ronda, se descartaron aquellas fuentes que no cumplieran con los criterios establecidos, como la falta de actualización, la baja calidad de la investigación o su inadecuación temática. Este enfoque sistemático permitió reducir la cantidad de fuentes a 24, aportando así una concepción metodológica oportuna y sólida para el desarrollo de investigaciones en este campo.

Este proceso no solo asegura la calidad de las fuentes seleccionadas, sino que también promueve una comprensión más profunda y crítica del cambio climático en la formación de futuros educadores en Geografía. La selección cuidadosa de las fuentes es esencial para cimentar un conocimiento robusto que los futuros docentes puedan transmitir a sus estudiantes. Además, al alinearse con los planes de estudio vigentes, se fomenta una integración efectiva de los conocimientos adquiridos en el aula, asegurando que los futuros educadores estén bien equipados para abordar los desafíos contemporáneos relacionados con el cambio climático. Este enfoque no solo enriquece el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también contribuye a formar profesionales

comprometidos y críticos, capaces de influir positivamente en sus comunidades y en la sociedad en general.

DESARROLLO

El fenómeno del cambio climático ha cobrado una preeminencia muy significativa en el ámbito internacional. Su emergencia ha reactivado la política ambiental en su conjunto y, en particular, la educación ambiental para la sustentabilidad. Como ocurre en los campos emergentes se ha producido una proliferación de investigaciones desde muy diversas aproximaciones teóricas y metodológicas (Bello Benavides et al., 2021).

No todos entienden la esencia de lo que realmente significa el cambio climático, ni sus repercusiones a corto, mediano y largo plazo. Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales como antropogénicas.

El término suele usarse de manera poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su Artículo 1, párrafo 2 usa el término «cambio climático» solo para referirse al cambio por causas humanas (Organización de las Naciones Unidas, 1992).

Sin embargo «cambio climático» se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Estos elementos resultan de utilidad en la concepción CTS de la formación de los profesores de Geografía, en tanto, permite distinguir las causas asociadas a la actividad humana, en especial aquellas de naturaleza tecnológica, en algunos casos, para referirse al cambio climático de origen humano, se usa también la expresión «cambio climático antropogénico» (Maslin et al., 2025).

Es preciso insistir en el proceso de formación de los profesores de geografía, la diferencia existente entre el «cambio climático antropogénico» y la «variabilidad natural del clima», esta última, a diferencia de su predecesora, es producida de manera constante por causas naturales.

Además del calentamiento global, el cambio climático implica cambios en otras variables como las lluvias y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico. La complejidad del problema y sus múltiples interacciones hacen que la única manera de evaluar estos cambios sea mediante el uso de modelos computacionales que simulan la física de la atmósfera y de los océanos (Shah & Sharifi, 2025).

Aquí resulta importante resaltar que los profesores de geografía en formación pueden abordar la enseñanza del cambio climático a través de diversos tipos de juegos, incluidos los juegos didácticos, que fomentan la participación activa y el aprendizaje significativo. Al integrar una perspectiva de identidad nacional, estos juegos pueden resaltar cómo el cambio climático afecta de manera particular a diferentes regiones y culturas, promoviendo un sentido de pertenencia y responsabilidad local. Al mismo tiempo, al incorporar elementos de globalización, los educadores pueden ilustrar cómo este fenómeno trasciende fronteras, conectando a los estudiantes con realidades globales y fomentando una comprensión integral de los desafíos ambientales que enfrentamos en un mundo interconectado (Requeiro Almeida, 2020).

Se asume aquí que el clima ha de ser enseñado y aprendido como un promedio, conforme a una escala de tiempo dada, del tiempo atmosférico. Los distintos tipos climáticos y su localización en la superficie terrestre obedecen a ciertos factores, siendo los principales, la latitud geográfica, la altitud, la distancia al mar, la orientación del relieve terrestre con respecto a la insolación y a la dirección de los vientos y por último, las corrientes marinas. Estos factores y sus variaciones en el tiempo producen cambios en los principales elementos constituyentes del clima que también son cinco: temperatura atmosférica, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones.

Este modo de enseñar el fenómeno resulta de singular importancia en la formación del profesorado de Geografía, al tiempo que corrobora el planteamiento de (Jover 1999) al afirmar que la ciencia y la técnica han venido construyendo: modelos, teorías, instrumentos, tecnologías y es a través de ellas que se realiza la investigación. De una parte se asumen en la enseñanza los elementos de modelación avanzada que funcionan hoy para el estudio del clima (Shah & Sharifi, 2025) y de otra parte se asume un modo de enseñar de carácter significativo con un enfoque lúdico (Requeiro Almeida, 2020).

Los estudiantes que cursan la carrera Educación Biología también deben ser instruidos respecto a que la atmósfera primitiva, cuya composición era parecida a la nebulosa inicial, perdió sus componentes más ligeros, el hidrógeno diatómico (H₂) y el helio (He), para ser sustituidos por gases procedentes de las emisiones volcánicas del planeta o sus derivados, especialmente dióxido de carbono (CO₂), dando lugar a una atmósfera de segunda generación.

En dicha atmósfera son importantes los efectos de los gases de invernadero emitidos de manera natural en volcanes. Por otro lado, la cantidad de óxidos de azufre (SO, SO₂ y SO₃) y otros aerosoles emitidos por los volcanes contribuyen a lo contrario, a enfriar la Tierra. Del equilibrio entre ambos efectos resulta un balance radiactivo determinado (Filonchik et al., 2024) including the combustion

of fossil fuels, agriculture, and industrial processes. Key GHG components such as carbon dioxide (CO₂).

Con la aparición de la vida en la Tierra se sumó como agente incidente el total de organismos vivos, la biosfera. Inicialmente, los organismos autótrofos por fotosíntesis o quimiosíntesis capturaron gran parte del abundante CO₂ de la atmósfera primitiva, a la vez que empezaba a acumularse oxígeno (a partir del proceso abiótico de la fotólisis del agua).

Un contenido esencial que no debiera faltar en la formación de los futuros educadores de la Geografía concierne a la aparición de la fotosíntesis oxigénica, que realizan las cianobacterias y sus descendientes los plastos, lo que dio lugar a una presencia masiva de oxígeno (O₂) como la que caracteriza la atmósfera actual, y aún mayor. Esta modificación de la composición de la atmósfera propició la aparición de formas de vida nuevas, aeróbicas que se aprovechaban de la nueva composición del aire (Westall & Xiao, 2024).

Aumentó así el consumo de oxígeno y disminuyó el consumo neto de CO₂ llegando al equilibrio o clímax, y formándose así la atmósfera de tercera generación, es decir la actual. Este delicado equilibrio entre lo que se emite y lo que se absorbe se hace evidente en el ciclo del CO₂, la presencia del cual fluctúa a lo largo del año según las estaciones de crecimiento de las plantas.

Los desacuerdos actuales que existen entre los científicos respecto a estos elementos iniciales de la formación de Licenciados en Educación Geografía, ameritan un análisis desde la relación CTS; no puede omitirse que según Núñez Jover (1999), la ciencia avanza a través de la construcción de consensos comunitarios.

Si bien hoy día son variadas las divergencias que subsisten en este campo del saber, también es cierto la urgencia de ofrecer a los futuros profesionales de la enseñanza de la Geografía un conocimiento metodológico que, permita tomar partido entre lo que hoy es ciencia constituida y la abundante publicidad Pseudocientífica que está presente en los medios.

A manera de ejemplo se tiene en la Internet un sinnúmero de materiales con una pobre o ninguna consistencia científica y que está presente en temáticas tan diversas como las corrientes oceánicas, o marinas.

Sobre este asunto, se ha entrado a desconocer factores reguladores del clima que actúan como moderador, suavizando las temperaturas de regiones como Europa y las costas occidentales de Canadá y Alaska (Rowley et al., 2024). La climatología ha establecido nítidamente los límites térmicos de los distintos tipos climáticos que se han mantenido a través de todo ese tiempo

Ante este tipo de posicionamiento mercantil del conocimiento científico, el propio Núñez Jover (1999), ha señalado que "la educación científica, especializada y al nivel

popular, debe saber colocar las cosas en su lugar... esto incluye fomentar una imagen crítica de la praxis científica y sus resultados, así como de sus resonancias sociales”.

La influencia humana sobre el clima, en muchos casos, se considera forzamiento externo ya que su influencia es más sistemática, aunque es cierto que el Homo Sapiens pertenece a la propia Biosfera y su acción puede asumirse también como forzamiento interno, según el criterio que se use.

En las causas internas se encuentran una mayoría de factores no sistemáticos. Es en este grupo donde están los factores amplificadores y moderadores que actúan en respuesta a los cambios, y que introducen una variable más al problema; no solo hay que tener en cuenta los factores que actúan sino también las respuestas que dichas modificaciones pueden significar. Por todo eso al clima se le considera un sistema complejo (Bosikun et al., 2025) such as recent severe heat waves, are one of the consequences of climate change and global warming. To better understand their complex behavior and forecast corresponding hydrologic dynamics, investigating their spatial and temporal patterns are essential. We, therefore, analyzed ETEs over the Contiguous United States (CONUS).

Los efectos antropogénicos avalan algunas hipótesis que definen la posibilidad de convertir al ser humano en uno de los agentes climáticos, incorporándose a la lista hace relativamente poco tiempo. Su influencia comenzaría con la deforestación de bosques para convertirlos en tierras de cultivo y pastoreo, pero en la actualidad su influencia sería mucho mayor al producir la emisión abundante de gases que, según algunos autores, producen un efecto invernadero: CO₂ en fábricas y medios de transporte y metano en granjas de ganadería intensiva y arrozales. Actualmente tanto las emisiones se han incrementado hasta tal nivel que parece difícil que se reduzcan a corto y mediano plazo, por las implicaciones técnicas y económicas de las actividades involucradas.

En el proceso de Formación de Profesores de Geografía, se asume que dichas actividades resultan cardinales para dilucidar las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad, en virtud de ello, la teoría abunda en fundamentaciones que explicitan cómo el daño al medio ambiente que genera la tecnología pone en peligro la supervivencia humana (Núñez Jover, 1999).

Los aerosoles de origen antrópico, especialmente los sulfatos provenientes de los combustibles fósiles ejercen una influencia reductora de la temperatura, la alta demanda de energía por parte de los países desarrollados, son la principal causa del calentamiento global, debido a que sus emisiones contaminantes son las mayores del planeta. Esta demanda de energía hace que cada vez más se extraigan y consuman los recursos energéticos como el petróleo.

A finales del siglo XVII el hombre empezó a utilizar combustibles fósiles que la Tierra había acumulado en el subsuelo durante su historia geológica. La quema de petróleo, carbón y gas natural ha causado un aumento del CO₂ en la atmósfera que últimamente es de 1,4 ppm al año y produce el consiguiente aumento de la temperatura. Se estima que desde que el hombre mide la temperatura hace unos 150 años (siempre dentro de la época industrial) esta ha aumentado 0,5 °C y se previó un aumento de 1 °C en el pasado 2020 y de 2 °C en el 2050 (Slothuus, 2025).

Estos contenidos se imparten en la asignatura Geografía Económica, del plan de Estudio E, de la carrera Educación Geografía, los mismos tienen relevancia en el conjunto de los problemas sociales de la ciencia que afectan dicho proceso formativo, en tanto, los estudiantes proceden a un análisis crítico de las causas que han acelerado este fenómeno del calentamiento global.

En dicho análisis emergen las conexiones de las demandas del mercado, el modo de producción capitalista, la desregulación del consumo, la introducción de tecnologías agresivas con el medio y otros factores que han contribuido a configurar la actual situación global (Mori & Zhang, 2024) constituting a complementary element in electricity systems. To fill this research gap, this study develops the concept of networked sustainable business model innovation (SBMI).

La actividad humana desde la Revolución Industrial ha incrementado la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera, conduciendo a un aumento del forzamiento radiativo de CO₂, metano, ozono troposférico, CFC y el óxido nitroso. De acuerdo con un estudio publicado en 2017, las concentraciones de CO₂ y metano han aumentado en un 36% y 148% respectivamente desde 1750. Estos niveles son mucho más altos que en cualquier otro tiempo durante los últimos 800 000 años, período hasta donde se tienen datos fiables extraídos de núcleos de hielo.

El resto de este aumento se debe principalmente a los cambios en el uso del suelo, especialmente la deforestación, cuentan aquí los cambios abruptos en la vegetación inducidos por el cambio de uso del suelo y el papel de los factores climáticos (Lee et al., 2025).

Se añade que estimaciones de las emisiones globales de CO₂ en 2016 por el uso de combustibles fósiles, proyectan que las tasas anuales de producción de cemento, uso total de energía en la producción de cemento y liberaciones de CO₂ de la quema de combustible durante la producción de cemento (Hottle et al., 2022).

Además del dióxido de carbono (CO₂), existen otros gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global, tales como el gas metano (CH₄) óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos

(PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6), los cuales están contemplados en el Protocolo de Kioto.

Aquí se debe señalar que la enseñanza del cambio climático a los futuros profesores de Geografía debe adoptar un enfoque evaluativo que priorice la comprensión del fenómeno en los estudiantes, promoviendo un ambiente cooperativo y participativo. Es fundamental que los docentes no sean objeto de tensiones laborales, sino que se enfoquen en facilitar el aprendizaje y la conciencia ambiental de sus educandos. Este proceso debe alejarse de la evaluación del desempeño individual y centrarse en el logro colectivo de una conciencia crítica sobre el cambio climático, fomentando así un compromiso activo y responsable hacia el medio ambiente (Suárez et al., 2021).

A principios del siglo XXI el calentamiento global se convirtió en un problema irrefutable, a pesar de que las estaciones meteorológicas en las grandes ciudades pasaron de estar en la periferia de la ciudad, al centro de esta y el efecto de isla urbana también influyó en el aumento observado. Los últimos años del siglo XX se caracterizaron por poseer temperaturas medias que fueron siempre las más altas del siglo.

Comprender el clima de la Tierra y las tendencias registradas en la temperatura, las precipitaciones y los fenómenos extremos es de vital importancia para el bienestar humano y el desarrollo sostenible. Como se confirma en el informe sobre el estado del clima mundial cada década, los climatólogos pueden relacionar algunas oscilaciones climáticas con las tendencias climáticas estacionales. Así mismo comprenden los mecanismos por los que los gases de efecto invernadero generados por la humanidad contribuyen al aumento del promedio de las temperaturas mundiales.

Si bien existen pruebas de que la frecuencia y la intensidad de algunos tipos de fenómenos extremos está aumentando, todavía es difícil evaluar el alcance de la influencia del cambio climático inducido por el hombre en los fenómenos individuales. La variabilidad natural del clima es claramente importante, pero también existen pruebas de que la influencia humana ha aumentado de forma considerable la probabilidad de que se produzcan algunos fenómenos, como la ola de calor que afectó a Europa en 2003 con sus consecuentes impactos multidimensionales de las olas de calor en los ecosistemas humanos (Abunyawah et al., 2025).

Las posibles respuestas al calentamiento global incluyen la mitigación mediante la reducción de las emisiones, la adaptación a sus efectos, construcción de sistemas resilientes a sus efectos y una posible ingeniería climática futura (Ascione et al., 2025). La mayoría de los países son parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuyo objetivo último es prevenir un cambio climático antropogénico peligroso.

Los miembros de la CMNUCC han adoptado una serie de las políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ayudar en la adaptación al calentamiento global. Los firmantes de la CMNUCC han acordado que se requieren grandes reducciones en las emisiones y que el calentamiento global futuro debe limitarse a menos de $2,0\text{ }^\circ\text{C}$ con respecto al nivel preindustrial.

A manera de resumen puede señalarse que el cambio climático y su tratamiento en la formación de Licenciados en Educación Geografía, requiere de una concepción pedagógica apoyada en las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad; desde este enfoque es posible interpretar las causas tanto naturales como antrópicas y sobre esta base promover una actitud profesional proactiva.

Visión social del cambio climático

A pesar del creciente reconocimiento del fenómeno a nivel científico no ha implicado un realineamiento internacional de los intereses en pugna para facilitar los acuerdos y el imperativo de aplicar el principio precautorio y enfoques de adaptación considerando que ya no hay manera de evitar el cambio climático.

Por el contrario, frente a la crisis financiera y económica que el mundo ha sufrido desde 2008 a la fecha y que empeoró en las condiciones de pandemia por la Covid-19, las decisiones internacionales para estabilizar las emisiones globales siguen siendo aplazadas y éstas continúan aumentando. Tampoco las sociedades han comenzado a actuar de manera acorde con la magnitud del desafío de mitigación y adaptación. De hecho, la literatura disponible reporta un alto grado de desconocimiento, mala interpretación y desinterés sobre el cambio climático y muy pocas personas perciben las implicaciones, presentes y futuras, de este fenómeno en su vida diaria y su impacto en la felicidad de las personas (Ko et al., 2024) methane (CH_4).

En la arena internacional el tema se ha convertido en la excusa perfecta para políticos y funcionarios gubernamentales que, de ese modo, evaden sus responsabilidades por acciones u omisiones. Culpar a la naturaleza por consecuencias derivadas de políticas erróneas, ineficiencia y corrupción es una coartada cada vez más socorrida. No hay responsables específicos; sólo el sistema ha fallado por culpa de la naturaleza.

Los desastres actuales tienen en su origen más causas sociales que naturales, a consecuencia del desorden institucional y la especulación inmobiliaria. Todo ello incrementa el desconcierto, la perplejidad y la desconfianza social y, por ende, reduce la urgencia de actuar tanto en materia de mitigación como de adaptación (Blanco et al., 2024).

En otras palabras, confiar en que mediante la alfabetización científica se modifiquen las actitudes y las disposiciones a actuar por parte de la población en un mundo

tan desequilibrado y convulso, pudiera ser un criterio demasiado ingenuo ante tan grave crisis. Ningún proceso social funciona de esa manera. Si así fuera los científicos que colaboran y estudian el fenómeno serían ciudadanos ejemplares por su comportamiento proambiental y sus bajas huellas de carbono.

Si no son tales, ¿por qué entonces se promueve tanto la alfabetización científica como el principal factor del cambio deseado? Porque lo que se está haciendo no es sólo en los programas que se divulgan en los espacios mediáticos, sino en los sistemas educativos escolarizados: incrementar los contenidos científicos sobre el cambio climático.

No es que la adición de contenidos educativos en los procesos escolares sea una decisión equivocada, obviamente hay que incrementar la información científica disponible sobre problemas que no existían hasta hace muy poco tiempo. Lo que es erróneo es pensar que con eso se resolverá el problema y no emprender otros esfuerzos suplementarios requeridos de carácter político, socio-educativo y económico para que surta los efectos esperados. La información científica sobre el cambio climático es necesaria, pero no suficiente para inducir la acción social.

Por todo lo anterior en el proceso de formación de los licenciados en Educación Geografía, se requiere acudir a una interpretación mucho más amplia de las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad, trascender el plano meramente informativo y que albergue la inducción de una conducta ciudadana que favorezca los modos de actuación.

Una actitud proactiva influida a futuro, desde este proceso de formación profesional, requiere de un amplio conocimiento no solo en el área ambiental, sino también en las áreas pedagógica, psicológica, social, axiológica, jurídica, entre otras que propicien la visión y el tratamiento multidisciplinario del problema.

En virtud de esto el proceso de formación del profesional que nos ocupa, requiere tomar en cuenta desde el conjunto de materias previstas en el plan de estudio E, las consecuencias de este cambio climático en el planeta que pueden resumirse en:

El cambio climático y la agricultura son procesos relacionados entre sí, ya que ambos tienen escala global. El calentamiento global ha tenido y tendrá impactos significativos que afectarán a la agricultura, la temperatura, dióxido de carbono, deshielos, precipitación y la interacción entre estos elementos. Estas condiciones determinan la capacidad de carga de la biosfera para producir suficiente alimento para todos los humanos y animales domesticados.

El efecto global del cambio climático en la agricultura dependerá del balance de esos efectos. El estudio de los efectos del cambio climático global podría ayudar a prevenir y adaptar adecuadamente el sector agrícola para maximizar la producción de la agricultura. En este marco,

la obra de Tipán-Torres y Reyes-Pérez (2025) aporta a la agricultura en sentido general al demostrar cómo la incorporación de nanotecnología, específicamente el uso de nanopartículas de quitosano, puede transformar los sistemas productivos tradicionales hacia modelos más sostenibles y eficientes.

Sus resultados evidencian que estas aplicaciones no solo mejoran el crecimiento y rendimiento de los cultivos, sino que también fortalecen la resistencia de las plantas frente a plagas y condiciones adversas, reduciendo la dependencia de agroquímicos convencionales. Además, abre la posibilidad de aplicar este tipo de biotecnologías en diversos cultivos, ampliando las alternativas para una agricultura más limpia, resiliente y competitiva. Con ello, la obra contribuye al desarrollo de prácticas agrícolas innovadoras que responden a los retos de seguridad alimentaria, cambio climático y sostenibilidad ambiental.

Los océanos sirven de "estanque" para el CO₂, absorbiendo parte de lo que tendría que estar en la atmósfera. El incremento del CO₂ ha dado lugar a la acidificación del océano. Además, a medida que la temperatura de los océanos asciende, se vuelve más complicada la absorción del exceso de CO₂, provocando otros efectos como el ascenso del nivel del mar, el deshielo de los glaciares y el calentamiento de la superficie de los océanos. Otros posibles efectos incluyen los cambios en la circulación del océano.

Con el ascenso de la temperatura global el agua en los océanos se expande. El agua de la tierra o de los glaciares pasa a estar en los océanos, como por ejemplo el caso de Groenlandia o las capas de hielo del océano Antártico. Las predicciones muestran que antes del 2050 el volumen de los glaciares disminuirá en un 60%. Mientras, el estimado total del deshielo glacial sobre Groenlandia es 239 ±23 km³/año (sobre todo en el este de Groenlandia).

Se especula que el calentamiento global podría, vía cierre o disminución de la circulación térmica, provocar un enfriamiento localizado en el Atlántico Norte y llevar al enfriamiento o menor calentamiento a esa región. Esto afectaría en particular a áreas como Escandinavia y Gran Bretaña, que son calentadas por la corriente del Atlántico Norte. Más significativamente, podría llevar a una situación oceánica de anoxia.

La visión social del Cambio Climático, en el proceso de formación de Licenciados en Educación Geografía, requiere de una visión multifactorial que trascienda los marcos informativos y desde los cuales se aspira a conseguir una devolución proactiva del ciudadano.

En lugar de ello es preciso integrar las diferentes áreas del conocimiento, que permitan una comprensión compleja e interdisciplinaria del fenómeno Cambio Climático, con miras a su tratamiento educativo desde la Educación de las nuevas generaciones, que tendrán a su cargo los profesionales que hoy se encuentran en formación.

La dimensión socio-educativa

Una situación aledaña a la descrita es el escaso valor que se le concede a la dimensión socio-educativa en los círculos más influyentes que dominan las políticas de respuesta a los problemas ambientales. Se le considera mucho menos importante y se encuentra por debajo de instrumentos técnicos de la gestión ambiental, tales como los estudios de impacto ambiental y de ordenamiento territorial. Se le incluye a veces como parte de un comportamiento política e institucionalmente correcto, pero no porque se le suela considerar valiosa en términos de los resultados a obtener, pese al reconocimiento que le otorga el artículo 6 de la Convención Marco de Cambio Climático (Abunyahwah et al., 2025).

A la dimensión socio-educativa se le asigna también una función meramente instrumental; esto es, sin valor en sí misma sino para contribuir a los fines de la conservación ecológica. No es una actitud nueva. Deriva del hecho de que la mayor parte de quienes han conducido las políticas ambientales provienen de los circuitos profesionales de las ciencias naturales y las ingenierías o se asesoran de éstos y, asumen que pueden aplicarse los mismos criterios epistemológicos que rigen la construcción del conocimiento científico a la del conocimiento común.

En este panorama de intereses encontrados, se hace indispensable instruir conforme a una actitud crítica a los futuros egresados de la carrera Licenciatura en Educación Geografía, lograr que sean capaces de distinguir que los análisis teóricos que conciernen al cambio climático, también se enmarcan en una subcultura, la subcultura de la ciencia y en consecuencia están sujetos a una carga particular de subjetividades.

De acuerdo con Núñez Jover (1999), como cualquier otra, la ciencia como subcultura porta sus propios ritos, jerarquías, estándares, autoritarismos, controles, etc. No es un mundo donde el talento florece sólo por incentivos personales, sino que resulta de la educación que tiene lugar en el interior de esa subcultura (p. 14).

Un análisis objetivo del cambio climático comporta que la forma de atender las necesidades es también una construcción social: depende del contexto social, cultural e histórico donde ocurre, así como de las condiciones biogeográficas existentes. Hay necesidades que podemos objetivar como básicas para toda la humanidad (subsistencia, protección, afecto, libertad, etcétera), pero vivir como seres humanos genera un espectro muy amplio de deseos y aspiraciones. Las necesidades se viven de distintas maneras en función de la cultura y posibilidades económicas.

Las verdaderas necesidades son pocas, finitas, identificables, clasificables y universales. Cuando existen diversos modos de satisfacer las necesidades, surgen los deseos que son construidos por factores sociales e individuales. Son las capacidades económicas y sobre todo

el capital cultural y educativo lo que permite a los sujetos modos de consumo y disfrute de las alternativas a su alcance, puesto que las condiciones de existencia imponen las distintas maneras de clasificar, apreciar, desear y sentir lo necesario.

La información científica sobre el cambio climático debe darse a conocer al público en general, pero ha de manejarse apropiadamente, para evitar erróneas interpretaciones (Ko et al., 2024) methane (CH₄). Algunos autores sostienen que para que la preocupación de las personas se transforme en acciones efectivas, se requiere de un conocimiento real del problema. De los estudios coincidentes con esta postura se derivan algunas de las razones que justificarían la morosidad de ejecución de los diferentes actores sociales.

- Las personas desconfían de sus posibilidades de cambio frente a un problema con causas tan complejas e intangibles, no siempre tienen claro cuáles son las medidas de solución que desde sus acciones personales tengan algún sentido.

- No se traslada la información sobre el cambio climático y la percepción del riesgo a las actividades de la vida cotidiana con la excepción de acciones puntuales vinculadas con tecnologías más eficientes (sustitución de focos de luz incandescente, electrodomésticos, etcétera) En general, se observa que la información sobre el problema del CC no se conecta con los intereses específicos de las personas (empleo, seguridad, salud, etcétera).

El cambio climático no es percibido por mucha gente como una amenaza real, salvo en los momentos y lugares en que se viven episodios extremos, por ser un fenómeno contra-intuitivo, cuyas causas no son fáciles de discernir con consecuencias que se proyectan más allá del horizonte vital inmediato. Si para la ciencia resulta difícil establecer una relación lineal, clara y precisa entre un problema planetario con escalas globales, regionales o locales, la dificultad se multiplica para las personas que no están científicamente formadas.

Se han detectado confusiones bastante generalizadas a nivel mundial entre el cambio climático y otros problemas ambientales (capa estratosférica de ozono, lluvia ácida, contaminación atmosférica, etcétera), así como entre el clima y el tiempo. Estas confusiones entorpecen la representación apropiada de las causas del cambio climático, por un lado, y la significación de pequeños incrementos, incluso decimales, en la temperatura promedio del clima del planeta, no del tiempo atmosférico.

Hay una confianza injustificada en que los gobiernos encontrarán a tiempo las soluciones al problema. La descoordinación institucional y los discursos gubernamentales contradictorios contribuyen a esta percepción.

Asociado a lo anterior, pero con sus propias especificidades, se encuentra la excesiva confianza en que la ciencia

ya la tecnología —y sobre todo las empresas y corporativos multinacionales— aplicarán y pondrán a la disponibilidad de todas las soluciones cuando así les convenga a sus intereses.

De acuerdo con Núñez Jover (1999), la escasez de científicos, la indolencia social, la lentitud con que cristalizan las tradiciones de investigación, condicionan la fragilidad institucional de la ciencia en la periferia, identificada esta última como los países en los cuales tiene lugar un desarrollo más retardado de la actividad científica.

Puede sintetizarse que, en el proceso de formación de los Licenciados en Educación Geografía, se requiere atender el conjunto de regularidades que la dimensión sociocultural del cambio climático reserva a su interior, a fin de contribuir a remontar la morosidad de ejecución por parte de los diferentes actores sociales.

Apreciaciones sobre la realidad cubana

En Cuba las investigaciones y los nuevos conocimientos sobre el clima, el cambio climático y sus impactos, han constituido objeto priorizado de estudio desde hace varias décadas. Su condición de archipiélago y ubicación geográfica en el mar Caribe, la convierte en un área altamente vulnerable a los eventos asociados a la variabilidad climática, con gran incidencia en sectores económicos como la agricultura y el turismo, sobre los aspectos sociales como la salud y la ubicación de los principales asentamientos urbanos en la zona costera, a lo que habría que agregar la alta fragilidad de los recursos naturales y ecosistemas, la influencia que sobre los países en vías de desarrollo imponen las muy complejas situaciones que se afrontan a nivel global, donde las grandes crisis amenazan con la posibilidad real de hacer imposible el sostén de la vida en el planeta.

Existen determinados aspectos de la realidad nacional que deben ser tomados en cuenta en el proceso de formación de licenciados en educación Geografía, con miras a tratar las problemáticas que conciernen al cambio climático, entre ellos se tiene que el comportamiento de la temperatura media anual de Cuba se ha incrementado de forma sostenida desde 1951 hasta la fecha y alcanzó en los años 1997 y 1998 los máximos valores de toda su historia.

En su conjunto, el promedio de la temperatura de los años posteriores al 2000 resulta el más cálido de todos los registros climáticos disponibles. Las evaluaciones y resultados recientes de especialistas del Centro Nacional del Clima del Instituto de Meteorología indican que este aumento de la temperatura media anual se explica por un significativo aumento de las temperaturas nocturnas, lo que supone una mayor cantidad de calor disponible en la superficie terrestre en horas diurnas que debe liberarse a la atmósfera durante la noche.

El otro elemento del clima de Cuba donde se refleja con certeza la ocurrencia de cambios significativos en su comportamiento es el régimen pluviométrico. Es sabido que las estaciones climáticas de Cuba quedan definidas por las peculiaridades del régimen de precipitaciones, de donde se establece la subdivisión del año en dos semestres bien definidos: el semestre lluvioso, que se extiende desde mayo hasta octubre, y el semestre poco lluvioso desde noviembre hasta abril.

Diversos estudios han demostrado que la frecuencia de sequías en todo el territorio nacional ha aumentado de forma significativa en los últimos decenios. Aunque este fenómeno tiene cierto carácter cíclico en el área geográfica de Cuba, la periodicidad y extensión de los procesos de sequía se han acentuado, especialmente hacia las provincias más orientales.

Como paradoja de lo anterior, está aumentando la ocurrencia de fenómenos atmosféricos capaces de producir grandes volúmenes de precipitaciones e inundaciones, o sea, se aprecia alteraciones en la distribución espacio-temporal del régimen pluviométrico.

En términos generales se está produciendo una expansión del verano y una contracción de la duración del invierno en Cuba. En el primer caso, ello se refleja en un aumento del número de días consecutivos con temperaturas máximas superiores a los 30° C y mínimas superiores a los 20° C; mientras que en el segundo caso se rompe totalmente la continuidad del período invernal, incluso en la región occidental de Cuba, más expuesta a los procesos extratropicales típicos del invierno.

Para Cuba las medidas de adaptación constituyen el principal curso de acción, ya que se requiere realizar con un enfoque integrado que tome en consideración no solo los sectores económicos y la relación entre ellos, sino también las posibles afectaciones a las comunidades y a la sociedad, así como el estado de los ecosistemas en que se aplicarían estas acciones ya que se reconoce la existencia de un medio ambiente antropizado.

En este empeño los científicos cubanos, con total consagración y modestia, llevan adelante investigaciones sobre el clima y el cambio climático con énfasis en la evaluación de sus impactos, y cuyos resultados están dirigidos a proponer las medidas de adaptación más viables, reconociendo las limitaciones económicas y de infraestructura existentes.

Como antecedente a los trabajos actuales, desde 1991 la Academia de Ciencias de Cuba creó la Comisión sobre Cambio Climático que convocó a especialistas de diversas instituciones con el fin de realizar una evaluación preliminar sobre las repercusiones de los cambios del clima ya observados en el país.

En 1997 se decide integrar el Grupo Nacional de Cambio Climático coordinado por el Ministerio de Ciencia,

Tecnología y Medio Ambiente, con la responsabilidad de coordinar e incrementar los estudios y las investigaciones en esta esfera del saber, la que demandaba la creación de grupos multidisciplinarios de diferentes sectores económicos, sociales y académicos.

A su vez, quedaba bajo la dirección de este Grupo Nacional la elaboración de la Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Se diseñaron entonces Programas Científico-Técnicos Nacionales, Ramales y Territoriales, base organizativa del sistema de ciencias cubano, los cuales organizan y financian las investigaciones. Incluyendo en su quehacer importantes proyectos relacionados con esta temática en cuanto a su evaluación a niveles globales, nacionales y locales.

Entre los principales resultados alcanzados se pueden enumerar la primera evaluación del impacto del cambio climático en Cuba y las medidas de adaptación; el desarrollo de nuevos modelos climáticos, el perfeccionamiento y desarrollo de nuevos y diversos Sistemas de Alerta Temprana a eventos hidrometeorológicos extremos, la modelación y evaluación de escenarios del impacto del ascenso previsible del nivel del mar en las costas de Cuba para los años 2050 y 2100.

Se añaden el estado de los recursos naturales costeros, los impactos sobre la biodiversidad terrestre y marina, y los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo ante diversos eventos meteorológicos a escala local, provincial y nacional, con el uso de varios Sistemas de Información Geográfica.

Como parte de este compromiso hacia el futuro, hoy existe un nuevo Programa Científico Nacional denominado "El Cambio Climático en Cuba: Impactos, Mitigación y Adaptación", como continuidad de la atención de la ciencia cubana a la prioridad que para el país tiene este tema.

Resulta oportuno para resumir lo concerniente a la Realidad cubana que atañe al cambio climático en el contexto de la formación de licenciados en Educación Geografía, que los futuros egresados deben conocer las afectaciones naturales que afectan al país y también las potencialidades de este para contribuir a mitigar sus efectos.

Como en aspectos tratados anteriormente, en este caso también se requieren análisis integrados del problema cambio climático, desde una perspectiva integrada de la ciencia, sus concreciones tecnológicas y los impactos de estas en la sociedad.

CONCLUSIONES

El tratamiento de los contenidos de estudio concernientes al cambio climático, en la formación de Licenciados en Educación Geografía como proceso pedagógico, requiere ser asumido conforme a las estrechas relaciones de

este fenómeno natural, con los impactos de la ciencia y la tecnología en el ámbito social.

Los antecedentes del cambio climático pueden aportar a la formación del Licenciado en Educación Geografía, desde una concepción pedagógica apoyada en las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad; al descubrirse mediante este las causas tanto naturales como antrópicas para promover una actitud profesional proactiva.

En el proceso de formación de los Licenciados en Educación Geografía, se requiere atender el conjunto de regularidades que la dimensión sociocultural del cambio climático reserva a su interior, a fin de contribuir a remontar la morosidad de ejecución por parte de los diferentes actores sociales.

La Realidad cubana que atañe al cambio climático en el contexto de la formación de licenciados en Educación Geografía, hace requerir que los futuros egresados conozcan las afectaciones naturales que afectan al país, así como las potencialidades de este para contribuir a mitigar sus efectos, desde una perspectiva integrada de la ciencia, sus concreciones tecnológicas y los impactos de estas en la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abunyewah, M., Gajendran, T., Erdiaw-Kwasie, M. O., Baah, C., Okyere, S. A., & Kankanamge, A. K. S. U. (2025). The multidimensional impacts of heatwaves on human ecosystems: A systematic literature review and future research direction. *Environmental Science & Policy*, *165*, 104024. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2025.104024>
- Ascione, F., Nižeti, S., & Wang, F. (2025). Future technologies for building sector to accelerate energy transition. *Energy and Buildings*, *326*, 115044. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.115044>
- Bello Benavides, L. O., Cruz Sánchez, G. E., Meira Carrea, P. Á., & González Gaudiano, É. J. (2021). El cambio climático en el bachillerato: Aportes pedagógicos para su abordaje. *Enseñanza de las Ciencias*, *39(1)*, 137–156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3030>
- Blanco, I., Martin-Flores, J. M., & Remesal, A. (2024). Climate shocks, institutional investors, and the information content of stock prices. *Journal of Corporate Finance*, *86*, 102567. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2024.102567>
- Bosikun, K., Jamali, T., Ghanbarian, B., & Kurths, J. (2025). Complex network analysis of extreme temperature events in the contiguous United States. *Atmospheric Research*, *318*, 107995. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2025.107995>

- Cuba. Ministerio de Educación Superior (MES). (2017). *Planes de estudio de las carreras Educación Biología; Agronomía y Procesos agroindustriales*. <https://www.redage.org/instituciones/ministerio-deeducacion-superior>
- Filonchik, M., Peterson, M. P., Zhang, L., Hurynovich, V., & He, Y. (2024). Emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático global: Examen de la influencia del CO₂, CH₄ y N₂O. *Science of The Total Environment*, *935*, 173359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>
- Hottle, T., Hawkins, T. R., Chiquelin, C., Lange, B., Young, B., Sun, P., Elgowainy, A., & Wang, M. (2022). Environmental life-cycle assessment of concrete produced in the United States. *Journal of Cleaner Production*, *363*, 131834. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131834>
- Ko, J., Leung, C. K., Chen, X., & Palmer, D. A. (2024). From emissions to emotions: Exploring the impact of climate change on happiness across 140 countries. *Global Transitions*, *6*, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2024.10.005>
- Lee, D., Park, S.-W., Shin, Y., Kim, J.-S., Kam, J., & Kug, J.-S. (2025). Land use change-induced abrupt changes in vegetation and the role of climate factors. *Journal of Environmental Management*, *380*, 125097. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125097>
- Lomborg, B. (2009). Le coût d'opportunité du protocole de Kyoto. <https://lomborg.com/news/le-cout-dopportunit-du-protocole-de-kyoto>
- Maslin, M., Ramnath, R. D., Welsh, G. I., & Sisodiya, S. M. (2025). Understanding the health impacts of the climate crisis. *Future Healthcare Journal*, *12*(1), 100240. <https://doi.org/10.1016/j.fhj.2025.100240>
- Mori, A., & Zhang, K. (2024). Networked sustainable business model innovation and sustainable energy transitions: A case study of incumbent Chinese manufacturers in 2010–2022. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *53*, 100911. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2024.100911>
- Núñez Jover, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales: Lo que la educación científica no debería olvidar*. Editorial Félix Varela.
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. ONU. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Requeiro Almeida, R. (2020). Revisión bibliográfica sobre el juego infantil en condiciones de identidad y globalización. *Conrado*, *16*(72), 350–356. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1250/1251>
- Richard, E. (2011). Storytelling, narrativas de campaña: Campañas electorales para la presidencia en Colombia, 2010. *Ópera*, *11*, 129-145. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/opera/article/view/3567>
- Rowley, A. F., Baker-Austin, C., Boerlage, A. S., Caillon, C., Davies, C. E., Duperret, L., Martin, S. A. M., Mitta, G., Pernet, F., Pratoomyot, J., Shields, J. D., Shinn, A. P., Songsungthong, W., Srijuntongsiri, G., Sritunyaluksana, K., Vidal-Dupiol, J., Uren Webster, T. M., Taengchaiyaphum, S., Wongwaradechkul, R., & Coates, C. J. (2024). Diseases of marine fish and shellfish in an age of rapid climate change. *iScience*, *27*(9), 110838. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110838>
- Shah, F., & Sharifi, A. (2025). Climate models for predicting precipitation and temperature trends in cities: A systematic review. *Sustainable Cities and Society*, *120*, 106171. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106171>
- Slothuus, L. (2025). Facing a fossil free future through the past: The importance of history for understanding fossil fuel phaseouts. *Energy Research & Social Science*, *121*, 103971. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.103971>
- Suárez, N., Requeiro, R., Urosa, B. M., & Cáceres, M. L. (2021). Evaluación de la docencia universitaria: Tendencias y tensiones fundamentales. *Formación Universitaria*, *14*(3), 37–46. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000300037>
- Tipán-Torres, H. C., & Reyes-Pérez, J. J. (2025). *Cultivo de pepino (Cucumis sativus L.): Respuestas morfoagronómicas y aplicaciones de nanopartículas de quitosano*. Sophia Editions.
- Westall, F., & Xiao, S. (2024). Precambrian Earth: Co-evolution of life and geodynamics. *Precambrian Research*, *414*, 107589. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2024.107589>