

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“Ideas alternativas desde la Física y Química frente al desafío del Cambio Climático”

Estudiante: Estefanía Valera Carrasco

Especialidad: Física y Química

Tutor/a: Rosa María Martínez Martínez

Curso académico: 2023-24

ÍNDICE

1. Resumen y palabras clave.....	3
2. Introducción.....	5
3. Objetivos.....	7
4. Metodología.....	8
5. Marco teórico.....	10
6. Propuesta.....	15
7. Conclusiones.....	25
8. Referencias bibliográficas.....	30
9. Anexos.....	32



1. Resumen y palabras clave

Este trabajo final de Máster se centra en la revisión bibliográfica de ideas alternativas en el campo de la Física y la Química para abordar el Cambio Climático.

Además de abordar aspectos científicos en esta problemática, es fundamental considerar también aspectos educativos, ya que estas ideas son a menudo concepciones erróneas, especialmente entre estudiantes de secundaria. El objetivo es identificar y analizar las ideas erróneas relacionadas con esta problemática mundial desde una perspectiva científica.

Mediante una revisión exhaustiva de la literatura científica pertinente, se examinan diversas perspectivas que buscan aprovechar los principios fundamentales de la Física y la Química para entender y enfrentar el Cambio Climático procediendo además a la revisión de artículos que recogen estudios sobre el conocimiento previo de los alumnos de ESO con el fin de identificar y evaluar las ideas alternativas prevalentes.

Los resultados de este estudio arrojan la presencia de ideas alternativas sobre fenómenos científicos que influyen en la comprensión del Cambio Climático provocando una interpretación incorrecta de la información obstaculizando la adopción de medidas efectivas, es por ello que se presenta una propuesta cuya metodología de aprendizaje está basada en proyectos (ABP), con el objetivo de intentar solventar estas ideas erróneas en el ámbito educativo.

En conclusión, se muestra cómo explorar las ideas alternativas relacionadas con este desafío global puede ofrecer soluciones efectivas para abordar el Cambio Climático y poder fomentar una conciencia ambiental responsable adoptando medidas concretas para mitigar sus efectos y promover la sostenibilidad a nivel mundial.

Palabras clave: Desafío global, concepciones erróneas, realidad climática, medidas efectivas, conciencia ambiental, sostenibilidad.

Abstract and keywords

This Master's thesis focuses on the literature review of alternative ideas in the field of Physics and Chemistry to address Climate Change.

In addition to addressing scientific aspects in this issue, it is essential to also consider educational aspects, as these ideas are often misconceptions, especially among high school students. The objective is to identify and analyze misconceptions related to this global issue from a scientific perspective.

Through a comprehensive review of relevant scientific literature, various perspectives are examined that seek to leverage the fundamental principles of Physics and Chemistry to understand and address Climate Change, proceeding to review articles that gather studies on the prior knowledge of secondary school students in order to identify and evaluate prevalent alternative ideas.

The results of this study reveal the existence of alternative ideas about scientific phenomena that impact the understanding of Climate Change, leading to a misinterpretation of information hindering the adoption of effective measures. Therefore, a proposal is presented whose learning methodology is based on Project-Based Learning (PBL), aiming to address these misconceptions in the educational field.

In conclusion, it is demonstrated how exploring alternative ideas related to this global challenge can provide effective solutions to address Climate Change and promote responsible environmental awareness by adopting concrete measures to mitigate its effects and promote sustainability worldwide.

Keywords: Global challenge, misconceptions, climate reality, effective measures, environmental awareness, sustainability.

2. Introducción

En la actualidad, el Cambio Climático representa una de las mayores preocupaciones para la humanidad, tratándose de un fenómeno que afecta a todo el planeta. Desde su aparición en la conciencia pública, ha pasado a ser reconocido como un desafío global que afecta tanto a la economía como a la sociedad y al medio ambiente en su conjunto.

Sus efectos se manifiestan de diferentes formas a lo largo y ancho del planeta: incremento de temperatura media global, deshielo de los casquetes polares y glaciares, aumento significativo en la regularidad y magnitud de fenómenos climáticos como son los huracanes, inundaciones, periodos de aridez...; son solo algunas de las consecuencias más evidentes y alarmantes que estamos viviendo en la actualidad.

Lejos queda el tiempo en el que se cuestionaba la veracidad de si nuestro planeta estaba enfrentándose a un cambio climático sin precedentes debido a las acciones humanas o simplemente era parte de las variaciones naturales que ocurren a lo largo del tiempo geológico. Si bien es cierto que la Tierra ha experimentado variaciones climáticas a lo largo de su historia, los cambios observados en las últimas décadas son alarmantes en cuanto a términos de magnitud y velocidad, hecho vinculado directamente a las actividades humanas. Principalmente, las emisiones de gases responsables del efecto invernadero y otras causas antropogénicas han alterado significativamente los patrones climáticos (*Royal Society: Evidence & Causes of Climate Change, 2020*).

Para distinguir entre el cambio climático natural y el producido por la influencia humana, los investigadores utilizan múltiples líneas de evidencia y métodos de investigación, tales como el "Fingerprinting climático", técnica basada en analizar patrones específicos de cambio en diferentes variables climáticas, como temperaturas, precipitaciones, vientos, entre otros, para determinar si los cambios observados siguen un patrón de modelo climático natural o es derivado de influencias antropogénicas (Lean & Rind, 2008a).

Sin embargo, a pesar de la abundante información disponible sobre este tema, persisten ideas alternativas y concepciones erróneas que dificultan la comprensión adecuada del fenómeno que tanto nos preocupa.

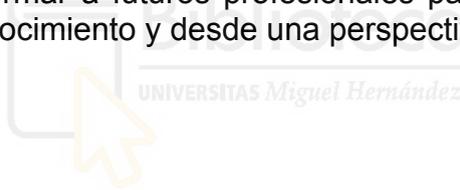
Desde el punto de vista de la Física y la Química, disciplinas fundamentales para comprender los procesos que tienen lugar en el cambio climático, es crucial abordar estas ideas alternativas y desafiarlas con base en evidencia científica sólida. Conceptos como el efecto invernadero, la radiación solar, la absorción de calor por los océanos, entre otros, son fundamentales para comprender cómo funciona el clima terrestre y cómo el impacto de las acciones humanas están alterando este equilibrio delicado (Carrascosa et al., 2022).

Estas concepciones erróneas pueden convertirse en obstáculos para el aprendizaje de los conocimientos científicos en el aula pudiendo ser consecuencia de interpretaciones inexactas o desinformadas de los fenómenos climáticos y representan un obstáculo significativo en el aula al interferir para implementar medidas efectivas en la lucha contra el Cambio Climático. (Jarrett, L., & Takacs, G. 2020).

Para concienciar a la población sobre el estado de emergencia climática que actualmente estamos viviendo, es fundamental comprender las ideas alternativas que existen en relación con este fenómeno.

Estudios previos han revelado la presencia de concepciones erróneas entre estudiantes lo que hace aún más importante abordar estas percepciones de manera efectiva. Por este motivo, resulta imprescindible desarrollar una propuesta didáctica que permita corregir estas ideas alternativas en el entorno educativo.

Además, esta iniciativa ofrece la oportunidad a otros investigadores o profesionales del medio a consultar las fuentes bibliográficas citadas y contribuir a una investigación más profunda en esta citada problemática, con el objetivo principal de formar a futuros profesionales para afrontar los retos de este fenómeno con conocimiento y desde una perspectiva científica.



3. Objetivos

Los objetivos presentados en este trabajo final de Máster buscan abordar la necesidad de desarrollar una revisión bibliográfica acerca de ideas alternativas en relación con el Cambio Climático. La suma de estos objetivos proporciona una visión completa de la revisión en sí, así como la necesidad de indagar y establecer objetivos específicos que ayuden a organizar las líneas principales de este trabajo.

Objetivos generales:

- Mejorar la comprensión de los estudiantes promoviendo un aprendizaje más preciso, pretendiendo poner el foco en aquellas ideas alternativas en relación con el Cambio Climático más comunes entre estudiantes.
- Optimizar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos fundamentales vinculados con el Cambio Climático, presentando una propuesta a raíz de la investigación realizada.

Objetivos específicos:

- Identificar los conceptos erróneos más frecuentes entre estudiantes de educación secundaria sobre el Cambio Climático.
- Analizar la incidencia de estas ideas erróneas en la comprensión del fenómeno climático.
- Detectar las áreas de confusión que surgen de estas ideas alternativas.
- Explorar cómo estas concepciones erróneas pueden afectar la capacidad para comprender y luchar contra el Cambio Climático.
- Desarrollar estrategias educativas efectivas para corregir las ideas erróneas y promover una comprensión más precisa del Cambio Climático.
- Fundamentar científicamente la enseñanza de conceptos relacionados con el fenómeno global.
- Potenciar la sensibilización y la acción colectiva entre los estudiantes para abordar los desafíos climáticos globales.
- Contribuir a la formación de un futuro sostenible a través de la educación.

4. Metodología

Para analizar de manera efectiva la temática que nos preocupa, se obedece la siguiente estructura sistemática para la revisión bibliográfica:

4.1 Definición del problema

En este punto, se persigue comprender cuales son las concepciones erróneas o malentendidos comunes en base a los fundamentos de la Física y la Química y en relación con el Cambio Climático buscando entender la implicación de estas ideas en la comprensión de este fenómeno.

4.2 Búsqueda de información

Para abordar esta problemática se lleva a cabo una búsqueda exhaustiva de material bibliográfico relevante, encontrando artículos científicos y otros recursos académicos utilizando las siguientes fuentes de datos fiables: Google Scholar, Scopus, PubMed, Web of Science, ScienceDirect y DOAJ (Directory of open access Journals) principalmente.

Para la selección de los artículos que conforman esta revisión bibliográfica se realiza la búsqueda con palabras clave, en varios idiomas, algunos ejemplos:

- Cambio climático
- Ideas alternativas sobre el cambio climático
- Ideas erróneas en relación con el cambio climático
- concepciones erróneas sobre el cambio climático
- Misconceptions about climate change
- climate change myths and realities
- climate change education challenges

Para hacer una búsqueda más sensible, se usan operadores booleanos (AND, OR, NOT):

- Students AND Climate Change
- Alternative ideas OR innovative solutions AND Climate Change
- Ideas AND Climate Change

Para hacer una búsqueda más amplia, se usan truncamientos:

- Climate Ch*

4.3 Organización de la información

Una vez seleccionada la información necesaria, se lee detenidamente para evaluar la validez de los argumentos y la solidez de las conclusiones y se

organiza de manera sistemática y se clasifica según su relevancia. Se clasifica por título, autor, tipo de documento y aporte consiguiendo una estructuración eficiente de los datos encontrados.

4.4 Análisis de información

Se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la información recopilada, se evalúa su relevancia y se seleccionan los artículos que tengan de hilo conductor “Ideas alternativas desde la Física y la Química en relación con el Cambio Climático” considerando una variedad de enfoques y perspectivas sobre el tema y prestando especial atención a los estudios que señalan las ideas más comunes por parte del estudiantado y como corregirlas con hechos científicos.

4.5 Conclusiones

Finalmente, se sintetiza toda la información obtenida y se extraen conclusiones clave analizando los hallazgos. En base a esto, se diseña una propuesta educativa acorde a las necesidades derivadas del estudio.

Este enfoque metodológico propuesto facilita la revisión sistemática y ordenada de una de las fases fundamentales de todo este trabajo: “La revisión bibliográfica”.

5. Marco teórico

Se han realizado múltiples estudios acerca de concepciones alternativas en la enseñanza de la ciencia. Las ideas alternativas y concepciones no convencionales han estado presentes a lo largo de los tiempos, manifestándose en diferentes contextos culturales y periodos de tiempo. Desde la antigüedad hasta la época moderna existen casos de pensamientos no convencionales que cuestionan las ideas científicamente validadas. (Bachelard, G. 1938). Sin embargo, no fue hasta los años setenta cuando comenzó el estudio del análisis de las ideas alternativas, coincidiendo con la tesis doctoral de Viennot (1978), donde se menciona que las ideas alternativas, también conocidas con concepciones erróneas o preconcepciones, son patrones de pensamiento arraigados que la población pueden tener y que difieren de los conceptos establecidos entrando en conflicto con los principios científicos. (Viennot, 1978)

Las concepciones erróneas representan un desafío significativo para el proceso de aprendizaje de conocimientos científicos. Además, suelen ser ideas arraigadas difíciles de cambiar, ya que a menudo están basadas en vivencias diarias, en el lenguaje común, en los medios de comunicación y en términos erróneos que se encuentran en materiales educativos. Esto puede ocasionar que los estudiantes mantengan estas concepciones erróneas a lo largo de su educación, incluso defendiéndolas con mayor convicción a medida que avanzan en su formación académica. (Carrascosa, J., 2005 a y b)

En lo que respecta al tema que nos preocupa, el Cambio Climático, se han realizado numerosos estudios para comprender el nivel de conocimiento teórico que posee la población acerca de este fenómeno mundial. A pesar de la creciente relevancia que el Cambio Climático ha adquirido en la opinión pública y su integración en los planes de estudio como parte esencial de la Educación para un Desarrollo Sostenible (EDS), todavía persisten concepciones erróneas en numerosas personas, incluidos los estudiantes de ciencias y profesores, representando un desafío para una educación efectiva, ya que puede obstaculizar el camino hacia soluciones adecuadas para abordar esta emergencia planetaria. (Carrascosa et al., 2022)

La influencia de la ideología política ejerce un papel significativo en la percepción y comprensión del Cambio Climático. (Fleming et al., 2021). Las diferentes ideologías pueden condicionar la relación entre las concepciones erróneas sobre las causas del Cambio Climático y la preocupación pública y el apoyo a políticas de mitigación.

La diversidad de orígenes de estas ideas erróneas puede estar relacionada con el tratamiento superficial que a menudo se les otorga en la esfera pública. Dependiendo en exceso de los medios de comunicación convencionales o de grupos sociales para obtener información sobre el Cambio Climático puede

llevar a la adopción de ideas erróneas o desactualizadas sobre este tema. Con frecuencia, los medios de comunicación simplifican las informaciones para hacerlas más accesibles al público en general, provocando una representación inexacta de la ciencia detrás del cambio climático. (Milovanovic et al. 2022)

De igual modo, la falta de una inclusión adecuada del fenómeno global en los planes de estudio escolares, puede representar otra deficiencia en cuanto a la transmisión de información sólida acerca de este problema ya sea por limitaciones de tiempo u otras razones. En este sentido, una educación ambiental de calidad desempeña un papel fundamental en el cambio de estas ideas alternativas respecto al Cambio Climático. (Vilches et al. 2016)

A pesar de que el conocimiento científicamente preciso tiende a aumentar conforme aumenta la edad de las personas, persisten conceptos erróneos en todas las edades, lo que sugiere la importancia de abordar estas ideas equivocadas desde edad temprana. (Lee et al., 2020)

Es imprescindible profundizar en la comprensión del Cambio Climático en la educación para conocer sus causas y efectos. Abordar este tema en todos los ciclos de educación facilita concienciar a los jóvenes acerca de la importancia de la sostenibilidad ambiental y promover medidas para reducir los impactos del Cambio Climático en el futuro. (García-Vinuesa et al, 2022) Pero este cometido, no puede llevarse a cabo sin el papel fundamental de la física y química, herramienta fundamental para conseguir habilitar a los ciudadanos en la adopción de decisiones informadas hacia un futuro sostenible. (Vilches & Gil Pérez, 2011)

Para lograr un aumento significativo en la conciencia y en la comprensión del cambio climático, se deben implementar estrategias didácticas innovadoras desde los primeros ciclos de Educación Primaria. Esto permite que al avanzar a la Educación Secundaria, los estudiantes cuenten con un nivel de conocimiento más amplio y una conciencia ambiental más desarrollada. (Sutinah et al., 2024)

Hemos de contemplar también, que no solo son los estudiantes quienes deben de adquirir conocimientos sólidos, si no también los profesores. La formación adecuada del profesorado a través de programas específicos es esencial para una correcta vía de transmisión efectiva de conocimientos (Spiteri, J., 2024).

A continuación, se analizan brevemente algunas de estas ideas alternativas más comunes entre estudiantes de secundaria respecto al cambio climático:

- 4.1 Considerar que la fusión de todo el hielo flotante resultaría un significativo aumento del nivel del mar.

Cuando el hielo que flota se hunde y se convierte en agua líquida, surge la idea de que esto ocasiona un incremento en el nivel del agua ya existente. Sin embargo, este planteamiento carece de respaldo científico, ya que el efecto directo de la fusión de grandes extensiones de masa de hielo que flota en los

océanos Ártico y Antártico apenas tendría un impacto significativo en el nivel del mar. Se argumenta que, aunque se considera como mínimo pero no nulo, existe otra perspectiva respaldada por expertos científicos que sostiene que el volumen de agua generado por la fusión es igual al volumen de hielo sumergido, lo que implicaría que el nivel del mar no se vería afectado únicamente por este proceso. Esta segunda proposición es relevante exclusivamente para masas de hielo flotante en agua dulce, siendo inaplicable a las masas de hielo flotante en el océano, donde, aunque el aumento sea insignificante, no es nulo. Por lo que se está considerando específicamente el aumento del nivel del mar ocasionado directamente por el cambio de estado del hielo a agua líquida, sin considerar el incremento de la temperatura del agua y en consecuencia, su expansión térmica. (Schlichting H, 2019). Esto se explica mediante el Principio de Arquímedes, la densidad, la fuerza de empuje y la ecuación de la dinámica. (Carrascosa et al., 2022)

- 4.2 Creer que el dióxido de carbono es el gas que mayoritariamente contribuye al efecto invernadero, mientras se desestima completamente el impacto del vapor de agua en la atmósfera.

La idea de que el dióxido de carbono es el gas contribuyente al efecto invernadero, mientras que el vapor de agua apenas contribuye, podría originarse por una confusión entre dos conceptos distintos: el efecto invernadero y el aumento del efecto invernadero.

En lo que respecta al efecto invernadero en su totalidad, el vapor de agua es el gas más relevante, superando ampliamente a todos los demás gases combinados. No obstante, al hablar del aumento del efecto invernadero, el dióxido de carbono es el factor principal que influye en dicho incremento.

Se destaca la importancia de comprender esta distinción para una visión más precisa de la participación de cada gas al fenómeno del efecto invernadero. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)

- 4.3 Reconocer la reducción de la capa de ozono como uno de los principales factores del Cambio Climático.

La consideración de la disminución en el grosor de la capa de ozono como un factor importante del Cambio Climático es una concepción ampliamente extendida. La mayoría de estudiantes respaldan esta noción postulando que la intensificación de los rayos ultravioleta que alcanzan la corteza terrestre calienta el planeta, incrementando así el efecto invernadero. En muchas ocasiones, también se afirma que esta disminución en la capa de ozono es una consecuencia adicional del Cambio Climático. Sin embargo, ninguno de estos dos pensamientos, a pesar de su amplia aceptación en todos los niveles educativos, puede considerarse científicamente válido. La reducción en la capa de ozono no constituye una razón directa del Cambio Climático, de igual modo,

el Cambio Climático tampoco es el motivo de la disminución de la capa de ozono.

Otros gases de efecto invernadero, los gases halocarbonados (CFCs), son causantes del adelgazamiento de la capa de ozono, su contribución al incremento de este efecto es insignificante si se comparan con el dióxido de carbono o el metano. (Meira Cartea, 2016)

4.4 Ignorar la influencia de la expansión térmica del agua en el aumento del nivel del mar.

Desestimar el impacto de la expansión térmica del agua en el incremento del nivel del mar es un descuido frecuente al analizar el fenómeno del Cambio Climático. La dilatación del agua, causada por el calentamiento global, es un factor significativo en el incremento observado en el nivel del mar. A medida que los océanos absorben calor debido al aumento de la temperatura, el agua ocupa más volumen debido a su expansión, lo que contribuye directamente al ascenso del nivel del mar. (Carrascosa et al., 2020)

Este fenómeno de expansión térmica del agua es crucial para comprender las consecuencias del Cambio Climático en los mares y en áreas costeras. Ignorar este efecto puede llevar a subestimar la magnitud de la crecida del nivel del mar y sus consecuencias para el medio ambiente, las comunidades costeras y la biodiversidad marina.

4.5 Confusión entre Clima y Tiempo atmosférico.

La falta de distinción entre los conceptos “Clima” y “Tiempo atmosférico” es una situación muy común, ya que ambos términos están estrechamente relacionados con la atmósfera, pero representan aspectos diferentes y esenciales del régimen climático.

“Tiempo” hace mención a las condiciones atmosféricas en un momento y lugar específicos. Mientras que “Clima” representa el comportamiento promedio de un tiempo atmosférico en un lugar determinado a lo largo de un periodo prolongado. Se basa en estadísticas de datos meteorológicos recopilados a lo largo del tiempo. Por tanto, el Clima es más estable y predecible que el Tiempo. (Hernández, F.H., 2015).

En ocasiones, esta interpretación ha sido deliberadamente empleada para cuestionar públicamente la realidad del calentamiento global, aprovechando la presencia de fuertes nevadas o periodos de frío extremos. (Bedford, 2010)

4.6 El Cambio Climático es un proceso natural y no está vinculado con la huella humana.

Esta concepción errónea se fundamenta en la creencia de que las variaciones del clima son parte de ciclos naturales de cambios de temperatura del planeta, sin tener en cuenta la influencia de las acciones realizadas por el ser humano en el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las ideas previas que sustentan esta concepción errónea incluyen la percepción de que los cambios climáticos son sucesos que ocurren de forma natural con el paso de los años, sin tener en cuenta el impacto de las actividades humanas en el clima actual.

Las evidencias científicas actuales refutan esta idea alternativa al demostrar un incremento notable en la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera, mayormente originado por actividades humanas como la combustión de combustibles fósiles, la deforestación y la industrialización. Dichos gases retienen el calor en la atmósfera, lo que contribuye a un aumento de temperatura global y por consiguiente, al indeseado Cambio Climático. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)

4.7 La electricidad es una fuente de energía sostenible.

Nuestro patrón de consumo es el responsable del incremento de los gases de efecto invernadero. A menudo, la mayoría de la población considera la electricidad como una energía “sostenible”, ignorando su origen mayoritariamente vinculado al empleo de combustibles fósiles.

Al no reconocer la conexión directa entre nuestro consumo energético y las emisiones de CO₂, resulta complicado fomentar prácticas más sostenibles y menos contaminantes. (Cowie et al., 2021)

4.8 La fotosíntesis: El alimento de las plantas.

La comprensión de la fotosíntesis también puede verse afectada por conceptos erróneos, a menudo, confundiendo con procesos como la respiración o la alimentación de las plantas verdes. Al explorar las concepciones alternativas sobre este tema, es frecuente encontrar la siguiente información:

- “La fotosíntesis implica la conversión del CO₂ presente en la atmósfera en oxígeno por parte de las plantas”
- “Las plantas realizan la fotosíntesis durante el día”
- “Durante el día las plantas absorben el CO₂ y liberan O₂, mientras que durante la noche, invierten este proceso”

Poner en duda estas concepciones, considerando que la fotosíntesis es un mecanismo mediante el cual se absorbe el CO₂ atmosférico, puede enriquecer la comprensión del ciclo de carbono y promover una mayor valoración de los océanos y los bosques como sumideros de CO₂. (Cowie et al., 2021)

6. Propuesta

La magnitud del problema del Cambio Climático al que se enfrenta la humanidad ha generado la necesidad imperativa de incorporarlo en todos los niveles del currículum educativo.

Para abordar esta temática de forma satisfactoria, se ha de tener en cuenta todo lo que la sociedad conoce, opina y valora sobre este desafío global, ya que la comprensión pública se ve influenciada por una variabilidad de fuentes y de interpretaciones que van más allá del terreno científico.

Las fuentes de información de mayor impacto en la población son los medios de comunicación convencionales actuando como plataforma para que los periodistas y políticos, principalmente, transmitan informaciones.

Sin embargo, la complejidad del Cambio Climático puede dificultar su asimilación por parte del público en general, existiendo a menudo, interpretaciones subjetivas de este fenómeno, hasta tal punto que ha llegado a convertirse en una construcción social, influenciada por creencias e ideas alternativas teniendo consecuencias significativas para la educación y la comunicación sobre el tema, por lo que es fundamental explorar las ideas previas existentes sobre esta problemática global con el fin de promover una comprensión más precisa y basada en la ciencia, identificando los errores o malentendidos más comunes.

Existen numerosos estudios que evidencian un conocimiento poco profundo y erróneo sobre los aspectos que caracterizan el cambio climático por parte de los estudiantes de secundaria, entre los que podemos destacar los tres siguientes:

- Un estudio realizado por la universidad de Wollongong (Jarrett, L., & Takacs, G. 2020) revela que los estudiantes en Educación Secundaria presentan una serie de concepciones erróneas e ideas alternativas respecto a conceptos científicos que ocurren en el cambio climático. De una muestra de 229 estudiantes, encontramos los siguientes hallazgos:

Ideas alternativas/Creencias erróneas	¿Por qué es científicamente errónea esta idea?	Porcentaje de estudiantes de ESO
La principal razón del aumento de carbono en la	La quema de combustibles fósiles es un factor importante de emisiones de carbono, pero no la única.	90%

atmósfera es la quema de combustibles fósiles.	La mano del ser humano está presente en la deforestación y la agricultura también contribuyendo al aumento del contenido de carbono en la atmósfera.	
El dióxido de carbono no tiene impacto sobre los océanos.	La disolución del dióxido de carbono en agua para formar ácido carbónico impacta en el equilibrio químico de los océanos	81%
El único gas del efecto invernadero es el dióxido de carbono.	El metano, el vapor de agua y el óxido nitroso, también son gases de efecto invernadero contribuyendo al calentamiento global.	80%
No existe relación entre la radiación electromagnética y los gases en la atmósfera.	La radiación magnética del sol interactúa con los gases en la atmósfera, absorbiendo y emitiendo energía, lo que afecta el clima y el calentamiento global.	100%
El Ciclo de Carbono no tiene relación con el efecto invernadero.	El carbono es un elemento fundamental en la vida y en los procesos climáticos ya que circula constantemente entre la atmósfera, océanos, biosfera y geosfera. Este ciclo es fundamental para regular el clima y el balance de carbono en la Tierra.	40%

- Un segundo estudio realizado en Portugal, concretamente en dos institutos de educación secundaria, amplía la investigación anterior. (Teixeira et al, 2024)

Ideas alternativas	¿Por qué es científicamente errónea esta idea?	Porcentaje de estudiantes de ESO
La degradación de la Capa de Ozono y el Cambio Climático es el mismo fenómeno	El adelgazamiento de la capa de Ozono y el Cambio Climático son fenómenos diferentes. La destrucción de la Capa de Ozono no está directamente relacionada con el Cambio Climático.	53%
Confusión del término “Efecto Invernadero”	El Efecto Invernadero es un proceso atmosférico natural que atrapa el calor en la atmósfera, no se refiere a un invernadero físico.	32%
La Lluvia ácida está directamente relacionada con el Cambio Climático.	La Lluvia ácida es un proceso atmosférico distinto causado por la emisión de óxidos de azufre y nitrógeno en la atmósfera, y no está relacionada directamente con el Cambio Climático.	40%
El calentamiento global y el cambio climático son fenómenos naturales y no están relacionados con las actividades humanas.	Hechos científicos confirman que el calentamiento global está principalmente impulsado por los gases de Efecto Invernadero producidos por la mano del hombre.	44%

- Por último, se realizó un estudio en la comunidad Valenciana (Morote, Á.F., & Hernández, M. 2020) que proporciona una visión detallada sobre las ideas alternativas que presentan los estudiantes de Educación Secundaria en España. De una muestra de 300 estudiantes, encontramos los siguientes resultados:

Ideas alternativas	¿Por qué es científicamente errónea esta idea?	Porcentaje de estudiantes de ESO
El Cambio Climático está causado por erupciones volcánicas	Aunque las erupciones volcánicas emiten gases, su impacto en el Cambio Climático es poco significativo si se compara con el impacto provocado por las actividades humanas.	25%
Cambios cíclicos en la órbita terrestre causantes del Cambio Climático	La Tierra experimenta variaciones naturales en la órbita terrestre a largo plazo, pero los cambios observados actualmente, son atribuibles a la actividad humana.	15%
El Cambio Climático provoca el desgaste de la capa de ozono.	El desgaste de la capa de ozono está relacionada con sustancias químicas como los CFC y no está directamente vinculada al Cambio Climático.	20%
El Cambio Climático es el culpable de la extinción de especies animales.	El Cambio Climático puede tener efectos devastadores en los ecosistemas, pero la extinción de especies es una consecuencia de múltiples factores, no solo del Cambio Climático.	55%

Estos estudios evidencian la necesidad de implementar estrategias educativas efectivas que se enfoquen en abordar las ideas alternativas de los estudiantes. Es fundamental utilizar el conocimiento científico para corregir la información errónea que los estudiantes puedan tener, ya que estas ideas erróneas pueden

dificultar la comprensión adecuada del problema del cambio climático. Esto, a su vez, puede obstaculizar la adopción de medidas necesarias para afrontar de manera efectiva esta problemática global.

Con el propósito de alcanzar este objetivo, se diseña la siguiente propuesta:

“Comprendiendo el cambio climático desde una perspectiva científica”

Justificación de la actividad:

Esta propuesta educativa se desarrolla en base a la necesidad de corregir algunas de las ideas erróneas encontradas en los estudios anteriores, con el objetivo de promover una comprensión más concisa y científicamente fundamentada del Cambio Climático.

Las actividades prácticas y las experiencias significativas, están diseñadas para desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes y la resolución de problemas. Además, estas actividades fomentan el desarrollo de habilidades sociales, debido a que los estudiantes aprenden a comunicarse eficazmente, a escuchar a los demás y a expresar sus propias ideas. Promueven la cooperación, ayudando a los alumnos a entender la relevancia de la colaboración en equipo para lograr objetivos comunes.

Estas experiencias prácticas ayudan a los alumnos a comprender de un modo más preciso y visual los fenómenos que intervienen en el Cambio Climático, facilitando la corrección de conceptos erróneos y promoviendo una conciencia ambiental responsable.

Método:

“Comprendiendo el Cambio Climático desde una perspectiva científica” se diseña usando como metodología principal el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

En base al artículo *“STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior”* de Santillán-Aguirre et al. (2020), se destaca que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) dentro de la metodología STEAM es una herramienta efectiva para fomentar un aprendizaje activo en la educación superior, ya que el ABP implica a los estudiantes en la solución de situaciones de problemas reales, lo que les permite aplicar conceptos teóricos en actividades prácticas y desarrollar habilidades interdisciplinarias.

Asimismo, el ABP fomenta la colaboración, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico, aspectos fundamentales para el crecimiento académico y profesional de los estudiantes.

Al integrar este método en la propuesta educativa “Comprendiendo el cambio climático desde una perspectiva científica” se consigue ofrecer a los estudiantes una experiencia educativa enriquecedora que les permitirá comprender de manera más profunda y práctica la importancia de este tema global.

Respecto al tema que nos ocupa, el ABP tiene un impacto positivo en el aprendizaje de este tema en múltiples aspectos.

- **Contextualización:** Permite llevar a la práctica el aprendizaje de situaciones concretas (efecto invernadero, la acidificación de los océanos, las energías renovables...) facilitando la comprensión de esta problemática y sus consecuencias derivadas.
- **Interdisciplinariedad:** Se fomenta la integración de diferentes disciplinas como ciencias naturales, ciencias sociales y tecnología entre otras.
- **Motivación:** El ABP suele generar un alto nivel de motivación entre el estudiantado, permitiéndoles involucrarse activamente en la resolución de problemas reales.
- **Fomento de habilidades:** Se pueden desarrollar habilidades investigadoras, trabajo colaborativo y solventar problemas.
- **Valores y conciencia ambiental:** Contribuye a la sensibilización sobre la importancia de la sostenibilidad y del cuidado medioambiental.

Competencias:

Durante el desarrollo de la siguiente propuesta, los alumnos trabajarán diversas competencias clave que son imprescindibles para los estudiantes:

- **Científica:** Se promueve la comprensión de conceptos científicos relacionados con el Cambio Climático, permitiendo a los estudiantes adquirir conocimientos sólidos sobre las causas, consecuencias y posibles soluciones de este fenómeno global.
- **Ambiental:** Se fomenta la conciencia ambiental y la responsabilidad hacia la sostenibilidad planetaria, incentivando a los estudiantes a pensar acerca de su influencia en el medio ambiente.
- **Comunicación oral y escrita:** Se desarrolla la habilidad de comunicar ideas de manera concisa, tanto en la expresión de opiniones durante los debates como en la presentación de propuestas de solución a esta problemática.
- **Trabajo colaborativo:** Se promueve el trabajo en equipo entre los estudiantes, permitiendo la construcción colectiva de conocimiento y la creación de soluciones creativas.
- **Pensamiento crítico:** Se estimula el desarrollo de la reflexión crítica al cuestionar y analizar las ideas erróneas y concepciones alternativas sobre el Cambio Climático, fomentando la capacidad de evaluar la información de manera objetiva y fundamentada.

Fundamentos de la propuesta:

Para desarrollar esta propuesta didáctica educativa sobre el Cambio Climático, se ha tomado como referencias principales las investigaciones realizadas por Carrascosa et al. (2022) y la realizadas por Milovanovic et al. (2022), quienes promueven la necesidad de corregir ideas erróneas sobre este fenómeno con urgencia.

Además, Vilches et al. (2016) destacan la relevancia de una educación ambiental de calidad para poder desmitificar las ideas erróneas prevalentes entre estudiantes de educación secundaria.

Asimismo, Lee et al. (2020) considera fundamental profundizar en la comprensión del Cambio Climático en la educación y reconocer el papel de la Física y la Química en este proceso.

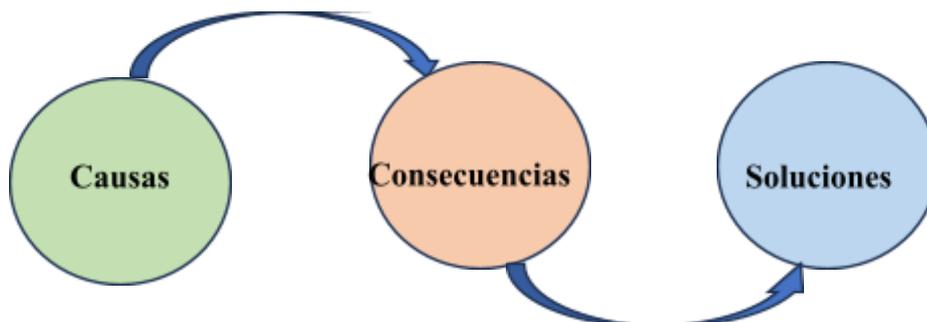
Asimismo, se han seguido las recomendaciones de García-Vinuesa et al. (2022), quienes subrayan la importancia de abordar este desafío global para sensibilizar a los jóvenes sobre la sostenibilidad ambiental.

En base a estos estudios, se ha diseñado esta propuesta educativa integral.

Desarrollo de la actividad:

Esta propuesta didáctica busca abordar el tema del cambio climático de manera interactiva y participativa, combinando información teórica con actividades prácticas y reflexión crítica. Está destinada a alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

Se plantea la propuesta siguiendo las siguientes etapas:



De este modo, a los estudiantes se les proporciona una perspectiva organizada del problema del cambio climático facilitándoles su comprensión.

Contenidos:

Causas	Consecuencias	Soluciones
-Introducción: Lluvia de ideas.	-Visita interactiva: "Explorando las huellas del Cambio Climático"	-Debate: ¿Agricultura sostenible o intensiva?

-Juego de Rol: "Detectives del Clima"	-Discusión: Posibles medidas a tomar para frenar las huellas del cambio climático.	
-Experimento: Entender el Efecto Invernadero y Calentamiento Global	-Experimento: Acidificación de los océanos	-Experimento: Generación de Energía Eólica con un molino de viento
-Análisis de datos: ¿Existe relación entre las emisiones de los gases de efecto invernadero y el Cambio Climático?	-Análisis de datos: La Gran Barrera Coral de Australia	-Plan de reducción de emisiones

Esta propuesta se divide en 7 sesiones de 50 minutos cada una, en las que se desarrollarán un total de 10 fases de la actividad.

SESIÓN 1:

Causas

Entender cómo y por qué se origina el cambio climático es imprescindible para comenzar el estudio de esta problemática global.

- Fase 1: Introducción a la actividad.

Para iniciar la sesión, se propone realizar una dinámica de lluvia de ideas sobre el cambio climático donde se animará a los alumnos a compartir cualquier idea, pregunta o concepto incluso si consideran que pudiera ser incorrecto, con el objetivo de fomentar la participación activa de los estudiantes, permitiéndoles expresar libremente sus ideas y creencias acerca de esta temática.

Para facilitar la lluvia de ideas, se les proporciona una serie de preguntas. (Ver Anexo I)

Los estudiantes compartirán sus ideas y respuestas en voz alta mientras se construye un mapa conceptual en la pizarra, para organizar gráficamente la información y poder obtener una panorámica general del tema en cuestión.

Tras ello, se propone un debate grupal, donde se discute cada una de estas ideas y preguntas, donde el docente utiliza el conocimiento científico para corregir cualquier idea alternativa en relación con el cambio climático, proporcionándole información adicional sobre el tema.

Dicha actividad concluye haciendo hincapié en la importancia de cuestionar y corregir ideas alternativas previas respecto a este tema, animando a los estudiantes a seguir investigando y aprendiendo sobre el tema.

- Fase 2: Juego de Rol “Detectives del Clima”.

Para continuar indagando, se divide a los alumnos en grupos asignándoles el rol de “detectives del clima” proporcionándoles escenarios con afirmaciones sobre las causas que originan el cambio climático para que investiguen y presenten una evidencia científica que confirme o rechace la afirmación. (Ver Anexo II)

SESIÓN 2:

- Fase 3: Experimento: “Entender el Efecto Invernadero y Calentamiento Global”.

Las causas por las que se origina el cambio climático están directamente relacionadas con el efecto invernadero y el calentamiento global. Para demostrar de manera práctica el concepto de efecto invernadero se realiza el siguiente experimento:

Materiales:

- Vasos de cristal medianos
- Vaso de cristal grande
- Termómetros
- Lámpara
- Bombilla de calor

Procedimiento:

Se coloca un termómetro en cada uno de los vasos medianos y se exponen a la luz de la lámpara que genera calor. La temperatura ambiente comienza a subir en cada uno de los vasos. Posteriormente, uno de ellos, se cubre con el vaso de cristal grande, a modo de campana. Mientras ambos vasos absorben la luz, el vaso cubierto retiene el calor generado en su interior, aumentando así la temperatura con mayor rapidez que el otro vaso.



Figura 1: Imágenes del experimento "Entender el efecto invernadero y el Calentamiento Global".

Con este experimento se pretende simular el efecto invernadero, donde la campana actúa como la atmósfera terrestre al atrapar el calor y elevar la temperatura. Este aumento de temperatura refleja el fenómeno del calentamiento global que está ocurriendo en la actualidad.

- **Fase 4: Análisis de datos. ¿Existe relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático?**

A raíz del experimento anterior, se propone a los alumnos el manejo de datos reales para confirmar la relación entre emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático. Para ello deben de hacer una comparativa entre datos de emisiones de épocas pasadas con información actual con el objetivo de establecer una correlación.

SESIÓN 3:

Consecuencias

En esta parte de la problemática global, los alumnos deben de ser conscientes de las consecuencias reales del cambio climático, para ello, se lleva a cabo la siguiente secuencia:

- **Fase 5: Explorando las huellas del cambio climático**

Mediante una plataforma interactiva, los estudiantes pueden observar virtualmente los efectos devastadores de este fenómeno en distintas regiones y ecosistemas: Sequías, inundaciones, derretimiento de casquetes polares, acidificación de los océanos, etc.

Tras este viaje inmersivo, se proponen dos reflexiones:

1. individual: Los estudiantes tienen unos minutos para reflexionar individualmente sobre lo que han observado y cómo les ha impactado, haciendo un resumen de ello.
2. Grupal: Los estudiantes se dividen en grupos de 4-5 personas para facilitar una discusión participativa. (Ver Anexo III)

una discusión grupal sobre la urgencia de tomar medidas para paliar estas huellas en la naturaleza.

SESIÓN 4:

- Fase 6: Experimento. Acidificación de los océanos

Otra idea alternativa en relación con el cambio climático es que dicho fenómeno no tiene ninguna repercusión en los ecosistemas marinos, la cual este experimento busca desmentir.

Materiales:

- Matraces pequeños.
- Una pajita.
- Indicador de PH.
- Gotas de indicador universal de PH.

Procedimiento:

Se llenan los dos matraces o vasos de cristal de agua, puede ser agua dulce o salada, y se añaden unas gotas del indicador de pH a cada matraz y se mide el pH. Posteriormente, se introduce una pajita en uno de los recipientes y se sopla suavemente para añadir dióxido de carbono. Al observar las tiras indicadoras de PH, se debe de notar un cambio de color en aquella que está en el vaso con la pajita, lo que indica la acidificación del agua en ese vaso.



Figura 2: Experimento “Entender el efecto invernadero y el Calentamiento Global”. Sin CO2: Azul, con CO2: Verde.

Este experimento refleja como la adición del CO₂ al agua aumenta su acidez, un proceso que también está ocurriendo en los océanos debido al aumento de emisiones de CO₂ derivadas de las actividades humanas.

- **Fase 7: Análisis de datos. La Gran Barrera Coral de Australia**

En relación con la acidificación de los océanos, se propone a los alumnos indagar cómo el cambio climático afecta a la biodiversidad y a los ecosistemas marinos.

El foco de estudio es la Gran Barrera Coral de Australia. Los estudiantes deben identificar cuál es la consecuencia directa del cambio climático en esa zona.

SESIÓN 5:

Soluciones

Para finalizar la unidad didáctica, es crucial que los estudiantes comprendan que el cambio climático representa un desafío global que demanda acciones urgentes para mitigar sus repercusiones y ajustarnos a sus impactos.

- **Fase 8: Debate. ¿Agricultura sostenible o intensiva?**

Se organiza una discusión en la que los alumnos exponen argumentos sobre acciones para reducir los impactos del Cambio Climático.

Posteriormente se abre un debate sobre una posible vía de solución ante este problema global: ¿Agricultura sostenible o intensiva?

El objetivo de este debate es desafiar otra idea alternativa errónea común a este problema. Se considera que la única forma de alimentar a una población en crecimiento es a través de la práctica agrícola intensiva, pero este tipo de agricultura contribuye altamente en las emisiones de gases de efecto invernadero. La agricultura sostenible, por otro lado, se centra en medidas que aumentan la salud y vida del suelo, reduciendo el uso de agroquímicos y capturando el carbono del aire y almacenándolo en el suelo.

Se divide a la clase en dos equipos, uno con argumentos en contra y el otro con argumentos a favor.

SESIÓN 6:

- **Fase 9: Experimento. Generación de Energía eólica con un molino de viento**

Experimentar con fuentes de energía renovable tiene como objetivo comprender su importancia en el camino hacia un futuro sostenible, desmitificando cualquier creencia errónea acerca de su viabilidad.

Materiales:

- Cartulina.
- Tijeras.
- Palitos de madera.
- Una pajita.
- Alfiler con cabeza o chincheta.
- Pegamento.

Procedimiento:

Se corta la cartulina en forma de cuadrado y se hacen cortes en las esquinas para dar forma a las aspas del molino y se unen todas en el centro del cuadrado con una chincheta.

Se pega el molino en el extremo de la pajita.

Sopla suavemente sobre las aspas del molino y observa cómo las aspas giran y mueven la pajita, demostrando la generación de energía eólica.



Figura 3: Experimento “Generación de Energía Eólica con un molino de viento”.

Al involucrarse en la experimentación con fuentes de energía renovable, los estudiantes pueden desafiar las percepciones erróneas sobre la viabilidad de estas tecnologías, al tiempo que adquieren un conocimiento real sobre su eficacia y beneficios.

SESIÓN 7:

- Fase 10: Plan de reducción de emisiones

El objetivo es comprometer a los estudiantes en la adopción de medidas e iniciativas para contribuir en la lucha contra el cambio climático y sus consecuencias.

Se lleva a cabo una sesión en grupos de estudiantes, donde se presentan propuestas de solución a este problema, fomentando la colaboración entre los compañeros para enriquecer estas ideas.

A partir de estas propuestas, se desarrolla un plan de acción con medidas concretas y reales que puedan implantarse en el centro educativo con el fin de conseguir reducir las emisiones de CO₂.

Como resultado final, se organiza una campaña de sensibilización en el Centro para promover la conciencia ambiental, destacando cómo las ideas alternativas en relación con el cambio climático han sido abordadas y superadas a través del conocimiento científico.

6.1 Rúbrica

Para finalizar, a los estudiantes, se les evalúa siguiendo la siguiente rúbrica:

Criterio de evaluación	Descripción				Ponderación (%)
	Muy adecuado (10)	Adecuado (7)	A mejorar (3)	Inadecuado (0)	
Actitud	Muestra una actitud excelente y respetuosa en todas las actividades.	Presenta una actitud positiva en las actividades y mostrando respeto hacia sus compañeros y profesor.	Tiene una actitud variable, a veces respetuosa y en ocasiones desinteresada.	Muestra una actitud negativa mostrando falta de interés y respeto hacia compañeros y actividades.	10
Asistencia	Asiste puntualmente a todas las clases, demostrando compromiso y responsabilidad con su aprendizaje.	Presencia asistencia regular a las clases, mostrando un nivel aceptable de compromiso.	Tiene asistencia irregular a las clases, lo que afecta a su participación y rendimiento académico.	Presenta una asistencia muy baja o nula.	10
Conocimiento	Muestra un dominio excepcional del contenido.	Tiene un buen dominio del contenido.	Muestra un conocimiento básico del contenido, presentando dificultades para comprender algunos conceptos.	Tiene un conocimiento incorrecto del contenido.	10
Participación	Participa activamente en	Participa de manera regular	Muestra una participación	Presenta una participación	10

	todas las actividades, contribuyendo al desarrollo del grupo y mostrando un gran interés por el aprendizaje.	en las actividades, aportando ideas al grupo, aunque con falta de iniciativa.	limitada en las actividades, contribuyendo poco al desarrollo grupal y mostrando falta de interés.	mínima o nula en las actividades, no aporta nada al grupo.	
Investigación	Realiza una investigación exhaustiva y fundamentada, utilizando fuentes relevantes y fiables. Enriquece los debates en clase.	Realiza una investigación adecuada, utiliza fuentes pertinentes. Contribuye a las discusiones en clase.	Presenta una investigación básica con deficiencias en el uso de fuentes.	Presenta una investigación insuficiente y poco fundamentada.	20
Experimentos	Realiza los experimentos de manera excepcional y extrae conclusiones fundamentadas.	Realiza los experimentos de manera adecuada y extrae conclusiones adecuadas con algunos errores menores.	Realiza los experimentos de manera básica, con dificultades para extraer conclusiones.	Tiene dificultades significativas para realizar los experimentos, afectando a la calidad de sus conclusiones.	20
Análisis de datos	Realiza un análisis de datos completo y riguroso, utilizando métodos estadísticos apropiados.	Realiza un análisis de datos adecuado, utilizando métodos estadísticos básicos.	Realiza un análisis de datos básico, con dificultades para aplicar métodos estadísticos y apropiados.	Tiene dificultades significativas para realizar el análisis de datos cometiendo errores en la aplicación de métodos estadísticos.	20

7. Conclusiones

En este trabajo se han analizado las concepciones erróneas relacionadas con el Cambio Climático desde una perspectiva científica, con la finalidad de analizar y corregir estas ideas que pueden obstaculizar en la comprensión adecuada de este fenómeno.

A partir de una revisión bibliográfica, se identificaron las ideas alternativas más comunes entre los estudiantes de educación secundaria, evidenciando la existencia de interpretaciones incorrectas que no se ven superadas durante su recorrido educativo afectando a la percepción del Cambio Climático y dificultando la adopción de medidas efectivas. Esto implica enseñarles a evaluar de manera crítica la información recibida, buscar fuentes fiables basadas en evidencia científica y desarrollar un pensamiento crítico para distinguir entre hechos y opiniones.

Al promover una mayor conciencia sobre la importancia de acceder a la información actualizada sobre el Cambio Climático, se consigue reducir la propagación de ideas alternativas o concepciones erróneas y mejorar la comprensión de este desafío global.

Gracias a un estudio recogido en el libro de Ortiz Aguilar, W., & Santiesteban Naranjo, E. (2022) conocemos la existencia de déficit en la formación de docentes y estudiantes respecto a la enseñanza del Cambio Climático, como la falta de actualización de contenidos y metodologías pedagógicas además de la escasez de recursos didácticos especializados en esta temática.

Recoge la importancia de utilizar recursos educativos innovadores y actualizados para abordar este problema global desde una perspectiva científica, social y ambiental, adaptados al contexto sociocultural de los estudiantes.

Dentro de este estudio, la propuesta educativa “Comprendiendo el Cambio Climático desde una perspectiva científica” se destaca como una estrategia fundamental para abordar las ideas alternativas desde la Física y la Química en relación con el Cambio Climático. A través del enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (APB), se busca no solo corregir las concepciones erróneas, sino también promover una comprensión más profunda y fundamentada científicamente sobre este desafío global.

Esta propuesta se enfoca en la adquisición de conocimientos y en el desarrollo de habilidades críticas, la colaboración entre estudiantes y la conciencia ambiental responsable para poder hacer frente de manera efectiva a la problemática del Cambio Climático en el ámbito educativo.

Como resumen, se destaca la importancia de integrar el Cambio Climático como tema transversal en los programas de estudio, la necesidad de una actualización de conocimientos docentes y la promoción de estrategias

didácticas innovadoras para poder cumplir con nuestro objetivo: Desmitificar las ideas alternativas en relación con el Cambio Climático desde una perspectiva científica.

Como recomendación para futuros trabajos, se sugiere la necesidad de realizar más investigaciones para identificar nuevas ideas alternativas respecto al problema que nos concierne y evaluar la efectividad de la metodología de APB a largo plazo en la corrección de dichas concepciones erróneas. También conviene estudiar la influencia de factores socioeconómicos y culturales, como motivo de mejora.



8. Referencias bibliográficas

- Bachelard, G. (1938): La formation de l'esprit scientifique. *American Sociological Review*, 5(4), 681. <https://doi.org/10.2307/2084470>.
- Bedford, D. (2010). Agnotology as Teaching Tool: Learning Climate Science by Studying. Misinformation. *Journal of Geography*, 109(4), 159-165.
- Carrascosa, J. (2005a). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 183-208.
- Carrascosa, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp. 388-402.
- Carrascosa, J., Martínez, S., Alonso, M., & Ruiz, J. J. (2020). Propuesta didáctica para cambiar las ideas alternativas sobre la contribución de la fusión del hielo al aumento del nivel del mar. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(2), 2301.
- Carrascosa, J., Martínez, S., Alonso, M., & Ruiz, J.,. (2022). Análisis de algunas ideas alternativas relacionadas con el cambio climático. *Revista Científica*, 45(3), Article 3. <https://doi.org/10.14483/23448350.17442>.
- Cowie, A., et al (2021). Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects. *GCB Bioenergy*, 8 <https://doi.org/10.1111/gcbb.12844>.
- Evidence & Causes of Climate Change | Royal Society. (s. f.). <https://royalsociety.org/news-resources/projects/climate-change-evidence-causes/>
- Fleming, W., Hayes, A. L., Crosman, K. M., & Bostrom, A. (2021). Indiscriminate, Irrelevant, and Sometimes Wrong: Causal Misconceptions about Climate Change. *Risk Analysis*, 41(1), 157-178.
- García-Vinuesa, A., Meira Cartea, P. Á., Caride Gómez, J. A., & Bachiorri, A. (2022). El cambio climático en la educación secundaria: conocimientos, creencias y percepciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 25-48. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3526>
- Hernández, F. H. (2015). Representaciones sociales del cambio climático en España: Aportes para la comunicación.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (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.*
- Jarrett, L., & Takacs, G. (2020). Secondary students' ideas about scientific concepts underlying climate change. *Environmental Education Research*, 26(3), 400-420. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1679092>.
- Lean, J. L., & Rind, D. H. (2008b). How natural and anthropogenic influences alter global and regional surface temperatures: 1889 to 2006. *Geophysical Research Letters*, 35(18), 2008GL034864.
- Lee, K., Gjersoe, N., O'Neill, S., & Barnett, J. (2020). Youth perceptions of climate change: A narrative synthesis. *WIREs Climate Change*, 11(3), e641. <https://doi.org/10.1002/wcc.641>
- Meira Cartea, P. Á. (2016). ¿Hay un agujero en la capa de ozono de tu cambio climático? De la cultura científica a la cultura común. *Mètode Revista de difusió de la investigació*, 6, 57. <https://doi.org/10.7203/metode.0.4219>
- Milovanovic, J., Shealy, T., & Godwin, A. (2022). Senior engineering students in the USA carry misconceptions about climate change: Implications for engineering education. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131129. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131129>
- Morote, Á.-F., & Hernández, M. (2022). What Do School Children Know about Climate Change? A Social Sciences Approach. *Social Sciences*, 11(4), 179. <https://doi.org/10.3390/socsci11040179>.
- National Academy of Sciences and the Royal Society. (2020). *Climate Change: Evidence and Causes.* <https://nas-sites.org/americasclimatechoices/events/a-discussion-on-climate-change-evidence-and-causes/>
- Ortiz Aguilar, W., & Santiesteban Naranjo, E. (2022). Localización: Ciencia y tecnociencia. Aproximaciones sucesivas desde diferentes disciplinas y perspectivas. En Ortiz Aguilar, W., & Santiesteban Naranjo, E. (Eds.), *Localización: Ciencia y tecnociencia. Aproximaciones sucesivas desde diferentes disciplinas y perspectivas* (págs. 297-306). ISBN 978-0-3110-0028-9.
- Santillán.Aguirre, J.P., Jaramillo Moyano, E.M., Santos Poveda, R.D., & Cadena Vaca, V. D. C. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Política y conocimiento*, 5 (08), 467-492. <https://doi.org/10.35381/poli.5.08.7554327>

Schlichting, H. J. (2019). ¿Qué ocurriría si se fundieran todos los icebergs? *Investigación y Ciencia*, 519, 82-83.

Spiteri, J. (2024). Pre-service ECEC teachers' conceptions of climate change: a community funds of knowledge and identity approach. *Education 3-13*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/03004279.2024.2322999>.

Sutinah, C., Syaodih, E., Widodo, A., & ., M. (2024). How Much Do Elementary School Students Know About Climate Change? A Report from Java's Primary School Students. *KnE Social Sciences*, 9(13), 293–302. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.15930>

Teixeira, Z., Morgado, R., Marques, C., Gonçalves, C., Carvalho, P., Cunha, A., & Moreira, C. (2024). What children know and want to know about climate change: A prior-knowledge self-assessment. *Environmental Education Research*, 0(0), 1-26. <https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2309581>

Viennot, L. (1978). Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. *Revue française de pédagogie*, 45(1), 16-24. <https://doi.org/10.3406/rfp.1978.1688>

Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible. *Educación química*, 22(2), 90-102.

9. Anexos

 Anexo 1: Lluvia de ideas	
1. ¿Qué es el cambio climático?	
2. ¿Cuáles son las principales causas del cambio climático?	
3. ¿Creéis que tiene algún impacto sobre el planeta? ¿Repercute en nuestras vidas?	
4. ¿Qué es el calentamiento global?	
5. ¿Qué es el efecto invernadero?	
6. ¿Cuáles son los principales gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global?	
7. ¿La deforestación contribuye al cambio climático? ¿Y la ganadería?	
8. ¿Quién crees que tiene que actuar para luchar con el cambio climático? ¿Por qué?	
9. ¿Consideras que puedes hacer algo para no contribuir al cambio climático?	
10. ¿Cuáles serían las principales soluciones al problema?	



Anexo 2: Detectives del clima

Confirma o rechaza las siguientes afirmaciones:

1. El clima de la Tierra siempre está cambiando y esto no tiene nada que ver con la actividad humana.	
2. El dióxido de carbono constituye una pequeña parte de la atmósfera, por lo tanto, no es el responsable del calentamiento global.	
3. Los aumentos en los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera son el resultado de temperaturas altas, no al revés.	
4. Las observaciones de temperaturas tomadas por satélites no respaldan la teoría del calentamiento global.	
5. La magnitud de los efectos negativos del cambio climático a menudo se exagera y no hay necesidad de tomar medidas urgentes.	
6. El calentamiento global reciente es causado por el sol.	
7. El vapor de agua atmosférico es el gas de efecto invernadero responsable del calentamiento global.	



Anexo 3: Preguntas guía

Contesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué efectos del Cambio Climático te han impactado más y por qué?
2. ¿Cómo crees que estos cambios afectan a la vida cotidiana de las personas en las regiones afectadas?
3. ¿Qué medidas piensas que deberían tomarse para mitigar estos efectos?
4. ¿Qué acciones puedes tomar a nivel personal para contribuir a la lucha contra el Cambio Climático?
5. ¿Qué papel crees que juegan los gobiernos y las organizaciones en la lucha contra este fenómeno?
6. ¿Qué innovaciones tecnológicas se te ocurren para combatir el Cambio Climático?
7. ¿De qué manera la educación y la concienciación pública pueden influir en la lucha contra este desafío?