



**TRABAJO DE FIN DE GRADO EN
MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA**

FACULTAD DE EDUCACIÓN

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS NUEVAS
TECNOLOGÍAS EN LA FORMACIÓN DOCENTE SOBRE
EL CAMBIO CLIMÁTICO: CASO DE USO SOS
EXPLORER**

**FUTURE TEACHERS USING NEW TECHNOLOGIES IN
CLIMATE CHANGE AREA: SOS EXPLORER CASE
STUDY**

Autor: Inés García Bohórquez

Tutor: Camilo Ruiz Méndez

Salamanca, 16 junio 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Justificación y planteamiento del problema	6
1.2. Finalidad principal.....	7
2. OBJETIVOS	8
3. MARCO TEÓRICO	9
3.1. El cambio climático, la amenaza más grande para el planeta	10
3.2. La educación como herramienta para hacer frente al cambio climático	12
3.3. La competencia climática en la educación científica	15
3.4. El cambio climático en el currículum escolar	16
3.5. SOS Explorer: ciencia, educación y tecnología.....	19
4. METODOLOGÍA	22
4.1. Implementación de la metodología.....	23
4.2. Grupo de estudio.....	24
4.3. Instrumentos y técnicas de recogida de información.....	25
4.4. Tratamiento de los datos.....	26
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	27
6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	34
7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	44
8. CONCLUSIONES	45
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
10. ANEXOS	51

RESUMEN

Esta investigación presenta el diseño de una sesión sobre la herramienta *SOS Explorer* para futuros docentes de la etapa de Educación Primaria con el objetivo de evaluar su impacto y mejorar la formación en materia de cambio climático. Para ello, se estudia la situación de emergencia climática actual desde una perspectiva científica y se analiza la relevancia que adquiere el cambio climático en la ley educativa española, así como algunas propuestas curriculares que se han desarrollado para atajar esta problemática.

Tras el estudio, se observa que existe una carencia formativa de los futuros docentes, así como recursos didácticos insuficientes para demostrar el cambio climático en esta etapa educativa. Sin embargo, se demuestra que los futuros docentes mejoran su formación académica en materia de cambio climático y son capaces de identificar las principales ventajas de *SOS Explorer*. En definitiva, identifican esta herramienta como un recurso efectivo en la enseñanza del cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Competencia climática, cambio climático, educación, *SOS Explorer*

KEY WORDS: Climate competence, climate change, education, SOS Explorer

ABSTRACT

This research shows the design of a session on the *SOS Explorer* tool for future teachers of Primary Education with the aim of evaluating its impact and improving training on climate change. For this purpose, the current climate emergency situation is studied from a scientific perspective and the relevance of climate change in Spanish educational law is analysed, and some curricular proposals that have been developed to tackle this problem.

After conducting the survey, it is observed that there is a lack of training for future teachers, and insufficient didactic resources to demonstrate climate change at this educational stage. However, it is concluded that future teachers improve their academic training on climate change and are able to identify the main advantages of *SOS Explorer*. In short, they identify this tool as an effective resource in teaching climate change.

1. INTRODUCCIÓN

“The climate crisis has already been solved. We already have all the facts and solutions. All we have to do is to wake up and change.”¹

GRETA THUNGBERG.

“Análisis del impacto de las nuevas tecnologías en la formación docente sobre el cambio climático: caso de uso SOS Explorer” es un Trabajo de Fin de Grado experimental de la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca realizado bajo la tutoría del Dr. Camilo Ruiz Méndez.

Este trabajo plantea una investigación experimental para evaluar el impacto de la herramienta *SOS Explorer* en una sesión diseñada para futuros docentes de Educación Primaria de la Facultad de Educación de Salamanca. La sesión que se ha diseñado tiene como objetivo mejorar la formación de los docentes en materia de cambio climático, así como, ofrecer herramientas que puedan ser útiles para explicar un fenómeno complejo como el cambio climático a alumnos de Educación Primaria. La sesión corresponde con la última práctica de laboratorio de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II* y se ha realizado en dos sesiones los días: 26/05/2022 y 27/05/2022.

El documento se organiza en cinco grandes bloques: objetivos, marco teórico, metodología, resultados y conclusiones.

En primer lugar, se definen cuatro objetivos generales y otros específicos que servirán para evaluar los resultados obtenidos. Después, el marco teórico ilustra la situación de emergencia climática actual por medio del análisis de informes y estudios que definen un sólido consenso científico en esta materia. Además, se examina el papel de la educación como herramienta para luchar contra el cambio climático y se analiza el valor que adquiere en la ley educativa vigente.

¹ (TEDx Talk,2018, 8m27s)

Por otra parte, se define la metodología que es fundamental para comprender la investigación y que, a su vez, interviene en el posterior análisis de los datos recogidos. En este apartado, se considerarán las siguientes cuestiones: tipo de metodología, instrumentos, técnicas de recogida y tratamiento de datos.

El cuarto bloque corresponde a la discusión de los datos obtenidos que se realiza por medio del análisis de los gráficos y tablas de frecuencias diseñados a partir de los datos de la muestra. La finalidad es exponer los resultados visualmente para facilitar al lector la comprensión de las deducciones extraídas.

Para finalizar el trabajo, se presentan las conclusiones directamente relacionadas con las hipótesis y objetivos definidos en esta investigación. A su vez, se tienen en consideración las limitaciones que surgen durante la evolución de este estudio y las perspectivas de futuro que se esperan alcanzar.

1.1. Justificación y planteamiento del problema

El cambio climático (CC) es un fenómeno complejo y multidimensional que requiere un gran esfuerzo racional y de sensibilidad social para entender su naturaleza, así como para darse cuenta de la urgencia de actuar para evitar los peores escenarios de esta crisis global. Para ello, la perspectiva que ofrece la ciencia es esencial para diagnosticar qué está sucediendo y, así, guiar la evolución del planeta. Sin embargo, la información científica necesita adaptarse para que pueda ser comprendida por la mayoría de la población. En este contexto, la educación actúa como un agente socializador fundamental que posibilita la transmisión de conocimientos, costumbres y actitudes haciendo posible generar conciencia acerca de la magnitud de este fenómeno. Por ello, es imprescindible reforzar el rol de la ciencia en la enseñanza y, en concreto, en materia de cambio climático puesto que regirá la vida en el planeta las próximas décadas.

A su vez, una cuestión que he observado en mi experiencia personal y académica es la falta de conocimiento sobre CC en la sociedad. Es cierto que la población escucha hablar de este fenómeno casi a diario en los medios de comunicación. Sin embargo, es habitual encontrar a personas que realmente no comprenden su naturaleza. A su vez, en el ámbito educativo apenas existen recursos didácticos en español acerca del cambio

climático, y, menos aún, adaptados a niños. Por ello, este estudio pretende mejorar la formación de los futuros docentes para que conozcan recursos útiles en la enseñanza del cambio climático en la etapa de Educación Primaria. En concreto, se presenta un modelo de acción específico con una secuencia organizada en bloques temáticos que permite contextualizar el uso de la herramienta.

1.2. Finalidad principal

La finalidad principal de este estudio es evaluar el impacto de la herramienta *SOS Explorer* para mejorar la formación de los futuros docentes en materia de cambio climático. Este objetivo se desglosa en una serie de hipótesis que van a definir la evolución del estudio y que se distribuyen en dos grupos: la formación de los futuros docentes en materia de cambio climático y la evaluación del impacto de la herramienta *SOS Explorer*.

Hipótesis 1. La herramienta *SOS Explorer* permite demostrar la existencia del cambio climático.

Hipótesis 2. La herramienta *SOS Explorer* facilita la comprensión del cambio climático.

Hipótesis 3. La herramienta *SOS Explorer* permite adquirir una visión global de las actividades individuales sobre el planeta.

Hipótesis 4. La sesión permite a los futuros docentes comprender la integridad del cambio climático.

Hipótesis 5. La herramienta *SOS Explorer* mejora la formación de los futuros docentes en materia de cambio climático.

Hipótesis 6. La sesión permite a los futuros docentes identificar las principales ventajas de la herramienta *SOS Explorer*.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio están orientados a responder a la principal cuestión de esta investigación: *evaluar cuál es el impacto de las nuevas tecnologías en materia de cambio climático en futuros docentes de Educación Primaria.*

A partir de este problema, se definen una serie de objetivos generales y específicos que establezcan el procedimiento de esta investigación.

- a. Estudiar la magnitud del fenómeno *cambio climático* en la actualidad y el papel de la educación en este contexto.
 - a.1. Analizar la cronología de los pactos en materia de cambio climático
 - a.2. Investigar los principales informes científicos sobre cambio climático
 - a.3. Estudiar qué papel adquiere la educación en la lucha del cambio climático, así como, propuestas de currículo existentes.
 - a.4. Examinar el conocimiento de los futuros docentes de la magnitud y complejidad del cambio climático.

- b. Analizar la presencia del cambio climático en la ley educativa.
 - b.1. Evaluar la importancia que adquiere el *cambio climático* respecto a otros temas transversales.
 - b.2. Estudiar la presencia del concepto *cambio climático* en el currículum de Castilla y León.
 - b.3. Identificar propuestas de currículo que incluyen el concepto *cambio climático*.
 - b.4. Estudiar el conocimiento en materia de cambio climático de los estudiantes en el grado de Maestro de Educación Primaria.

- c. Estudiar el impacto de la herramienta *SOS Explorer* en la lucha contra el cambio climático.
 - c.1. Presentar herramientas a futuros maestros que permitan explicar el cambio climático a alumnos de Educación Primaria.
 - c.2. Ofrecer una guía de acción para la formación de futuros docentes de Educación Primaria con la herramienta *SOS Explorer*.

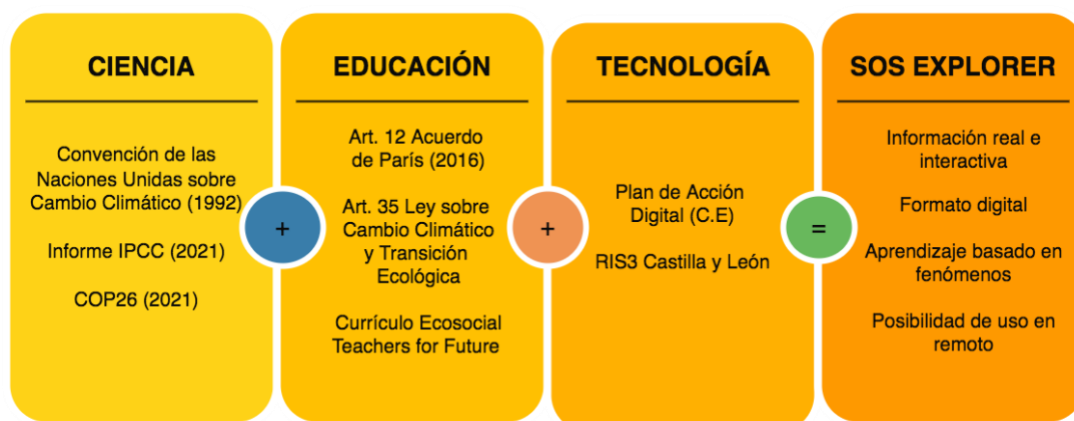
- c.3. Evaluar la formación teórica y conciencia medioambiental del alumnado tras la realización de la sesión.
- c.4. Analizar el impacto de la herramienta *SOS Explorer* a nivel pedagógico.
- d. Mejorar la formación en materia de cambio climático en futuros docentes de Educación Primaria.
 - d.1. Diseñar y presentar una breve exposición oral de conceptos básicos para comprender cambio climático.
 - d.2. Desarrollar una sesión para futuros docentes de Educación Primaria que permita comprender los principales conceptos sobre el cambio climático y conocer herramientas para trabajarlos en el aula.
 - d.3. Evaluar la formación de los docentes tras la sesión en materia de cambio climático con la herramienta *SOS Explorer*.

3. MARCO TEÓRICO

El marco teórico de esta investigación establece un análisis de la situación actual en tres ámbitos: ciencia, educación y tecnología los cuales están directamente relacionados con la herramienta *SOS Explorer*.

Figura 1

Relación que se establece entre ciencia, educación, tecnología y la herramienta SOS Explorer.



Nota. Esta figura muestra la relación entre los elementos que se van a analizar en el marco teórico y las características o documentos más importantes para su comprensión. Elaboración propia.

3.1. El cambio climático, la amenaza más grande para el planeta

El Cambio Climático (CC) es la amenaza más grande que existe sobre la humanidad y todas las especies del planeta. Las alteraciones del clima provocadas por la actividad humana tienen efectos en todos los aspectos de la sociedad y determinarán nuestras vidas en los próximos años.

Un primer paso en la lucha contra esta alteración climática fue la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1992. Esta convención establece el punto de partida del consenso científico en materia de cambio climático y establece como objetivo:

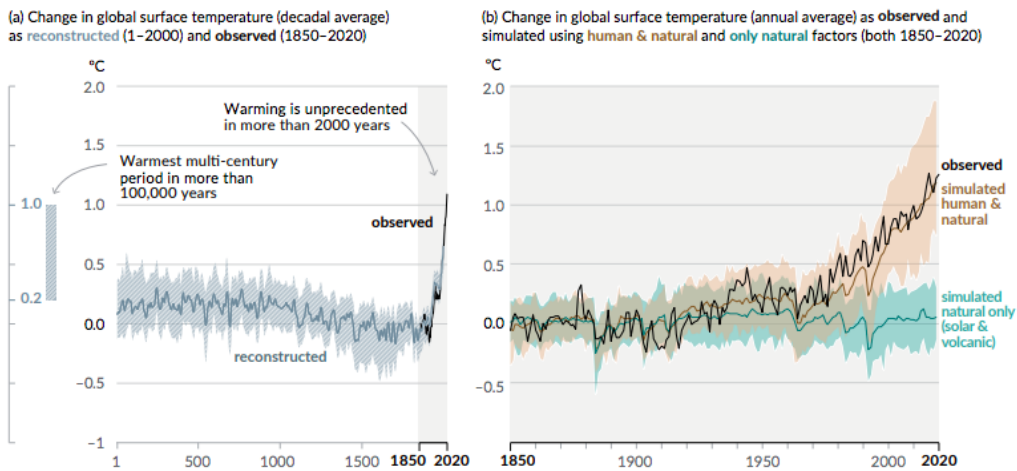
Lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 1992, p. 4)

Existe un sólido consenso científico sobre el origen antropogénico de este cambio y de los mecanismos que provocan esta inestabilidad climática, así como de la gravedad de las consecuencias. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) describe con claridad en sus reportes el peligro de evolucionar hacia escenarios que modifiquen el clima más allá del punto de no retorno. Según el informe del IPCC (2021), la actividad humana ha producido un aumento de la temperatura de la superficie global sin precedentes en los últimos 2000 años. En concreto, se han producido cambios notables en la temperatura global de la superficie a partir de 1850-1900 (Panel Intergubernamental de Cambio Climático [IPCC], 2021, p. 6).

Figura 2

Historia del cambio en la temperatura global y las causas del calentamiento actual.

Changes in global surface temperature relative to 1850–1900



Nota. El gráfico representa los cambios en la temperatura de la superficie del planeta desde 1850 a 1900 y se comparan los cambios observados con dos posibles escenarios que encontramos según la evolución de los factores humanos y naturales. Tomado de Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (2021) *Summary for Policymakers en Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group, I Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report*. Cambridge University Press.

En el gráfico situado a la izquierda (a), se compara una reconstrucción del cambio en la temperatura de la superficie del planeta entre el año 1-2000 y el observado en el período 1850-2020. En este último período, se ha producido un aumento exponencial de la temperatura global del planeta que se sitúa 1°C por encima de la media que se observa en 1850. En el segundo gráfico (b), se representa la media anual (línea negra) desde 1850 hasta 2020 comparado con dos simulaciones de modelos climáticos que se basan en: factores humanos junto a naturales y solamente naturales. El modelo climático basado en factores naturales (solar y volcánico) mantiene constante la variable *temperatura global anual* a diferencia del modelo climático en el que se consideran los factores humanos. En este segundo modelo climático, la variable temperatura global anual asciende de manera exponencial como figura en el gráfico (a).

Asimismo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP26, 2021) realizada entre el 31 de octubre y 12 de noviembre en Glasgow (Escocia) define un marco que refleja la urgencia de que la sociedad avance hacia una economía neutra en estas emisiones de carbono para frenar el cambio climático. En concreto, la

descarbonización de la economía mundial requiere del compromiso de todos los ciudadanos. El cambio climático es una cuestión social y es necesario que la sociedad se comprometa. Por ello, la educación juega un papel fundamental: concienciar y promover ciudadanos activos que luchen contra el cambio climático (Sharma *et. al*, 2012). Por tanto, el consenso científico es el punto de partida para trabajar el compromiso social y modificar la evolución climática del planeta.

3.2. La educación como herramienta para hacer frente al cambio climático

El cambio climático es un fenómeno multidimensional que ha exigido un consenso científico global. Sin embargo, para comprender su naturaleza y la urgencia con la que el ser humano debe reaccionar es necesario establecer relaciones entre el conocimiento científico y público general. En este sentido, la educación es el punto de partida para crear una conciencia medioambiental que transmita la importancia de actuar frente a esta crisis global porque hacerlo regirá la vida en el planeta las próximas décadas (Fuertes et al., 2020, p. 2).

Por ello, las principales convenciones y acuerdos sobre el cambio climático realizadas en los últimos años han incluido la educación como un elemento fundamental para la adaptación y mitigación de esta cuestión. Mochizuki y Bryan (2019) considera fundamental que la sociedad adquiera un conocimiento específico, habilidades y un cambio de comportamiento que solo se pueden adquirir con las políticas educativas apropiadas (p. 5).

El Acuerdo del Clima de París incluye en el artículo 12 la educación como una herramienta para hacer frente a esta cuestión medioambiental.

Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para *mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático*, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo. (Acuerdo del Clima de París, 2016, p. 17)

Además, la ONU establece Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relativos a la acción por el Cambio Climático (ODS 13) y Educación de Calidad (ODS 4) que tienen metas directamente relacionadas con este trabajo (13.1, 13.3 y 4.7).

13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.

13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

4.7 De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.

(Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS], 2019)

También, a nivel nacional se empieza a considerar la educación en materia de cambio climático. Un ejemplo es la ley de Cambio Climático y Transición Ecológica en su título IV, art 35 describe la importancia de la educación en materia de Cambio Climático:

El sistema educativo español promoverá la implicación de la sociedad española en las respuestas frente al cambio climático, reforzando el conocimiento sobre el cambio climático y sus implicaciones, la capacitación para una actividad técnica y profesional baja en carbono y resiliente frente al cambio del clima y la adquisición de la necesaria responsabilidad personal y social.

(Ley 7/2021, de 20 de mayo, sobre el cambio climático y la transición energética. 2021, BOE)

Además, este proyecto de investigación sobre *SOS Explorer* es coherente con los objetivos que establece el Ministerio de la transición ecológica y el reto demográfico en el “Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia” En particular, se trabaja sobre

la palanca VII del PRTR “Educación y conocimiento, formación continua y desarrollo de capacidades” al proponer investigar el impacto de la Educación científica sobre el Cambio Climático y mejorar los ámbitos de la formación y transferencia de capacidades. En concreto, los componentes que incluyen:

- Componente 19: Plan Nacional de Competencias Digitales (*digital skills*)
- Componente 20: Plan estratégico de impulso de la Formación Profesional
- Componente 21: Modernización y digitalización del sistema educativo incluida la educación temprana de 0 a 3 años.

(Gobierno de España, 2021-2027, p.28).

Finalmente, ambos se correlacionan con los objetivos del Plan de Acción de Educación Digital (Comisión Europea, 2021-2027, p.2) que pone de manifiesto la importancia que han adquirido las nuevas tecnologías debido al COVID-19 en el ámbito educativo. En las últimas décadas, la tecnología ha generado un gran impacto en la economía y sociedad global. Sin embargo, esta transformación no era del todo visible en educación lo cual afirmó la necesidad de un plan digital efectivo.

Los objetivos que se recogen en este documento incluyen:

1. Fomentar el desarrollo de un ecosistema educativo digital de alto rendimiento (inclusiva y de calidad)
2. Mejorar las competencias y capacidades digitales para la transformación digital.
3. Reforzar la cooperación y los intercambios en educación digital a nivel de la Unión Europea.

(CE, 2021-2027)

Incluso, en el currículum de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza* en la etapa de Educación Primaria las orientaciones metodológicas indican la importancia de las TIC en esta materia: “En este sentido deberán jugar un papel fundamental las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), para buscar información, para tratarla y presentarla, para realizar simulaciones interactivas y representar fenómenos de difícil realización experimental.” (DECRETO 26/2016, BOE, p. 34216)

En este mismo contexto y en línea con los objetivos anteriores, es necesario destacar la “Estrategia de investigación e innovación para una especialización inteligente” (RIS3) de Castilla y León (Junta de Castilla y León [JCYL], 2021-2027) que busca adaptar la educación a los retos de la transformación digital.

Atendiendo a los documentos anteriormente citados, se observa que la ciudadanía empieza a formar parte de los planes de educación en materia climática y se desarrollan estrategias que respondan a los nuevos desafíos actuales. En consecuencia, se promueve la creación de una conciencia medioambiental sólida que permite atajar esta problemática también desde un ámbito social.

En este sentido, desde el ámbito educativo, no solo se enseñan competencias teóricas, sino que, también, se presenta a los ciudadanos una serie de instrumentos y mecanismos que permitan identificar los aspectos relacionados con la problemática ambiental y aportar posibles soluciones. Sharma et. al (2012) consideran la educación científica como una herramienta esencial para enfrentar con éxito los grandes desafíos mundiales porque influye en los hábitos de la sociedad y las relaciones culturales y económicas.

Por ello, la educación en materia de cambio climático debe centrarse en fomentar el pensamiento crítico y el desarrollo de conocimientos que proporcione a las personas las herramientas necesarias para responder de manera efectiva contra el cambio climático (Stevenson, Nicholls, y Whitehouse, 2017)

3.3. La competencia climática en la educación científica

Dentro de marco planteado, la educación está reconocida como una herramienta fundamental en la lucha contra el cambio. Sin embargo, todavía no existe una estrategia clara de cómo implementarla de manera efectiva. A nivel teórico, Ferrari *et. al* (2019) y Fuertes *et. al* (2020) definen el concepto competencia³ (C^3) para crear un marco que sirva para la mitigación del cambio climático.

El punto de partida es el concepto educativo que introduce Delors (1994): la enseñanza basada en competencias, la cual ha permitido mejorar los sistemas educativos modernos. Ferrari et al. (2019) introducen los siguientes pilares:

- Aprender a conocer. Es fundamental conocer la ciencia del CC para comprender la complejidad y alcance de este problema. A su vez, es la base para generar una conciencia medioambiental en los ciudadanos.
- Aprender a hacer. La adaptación y mitigación del cambio climático necesitan la acción individual y colectiva de los ciudadanos para afrontar con éxito el problema.
- Aprender a ser. Esta dimensión contempla la creación de conciencia y todas las habilidades necesarias para poder actuar con autonomía, juicio y responsabilidad.
- Aprender a vivir juntos. La parte más importante de esta definición es la noción de la dimensión planetaria del problema. Sólo una acción coordinada en todo el mundo creará un impacto en el diseño de posibles soluciones.

(pp.4-5)

Por lo tanto, esta competencia climática tiene como objeto el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que formen ciudadanos críticos y con capacidades de adaptar sus conocimientos a los retos de la sociedad frente a la crisis climática. Esta competencia climática se asienta en los estudios de Bloom (1956) en los que define tres dominios: cognitivo (conocimiento y habilidades mentales), afectivo (actitudes y sentimientos) y psicomotor (habilidades manipulativas o físicas) que estructuran el proceso de aprendizaje.

3.4. El cambio climático en el currículum escolar

La educación sobre el cambio climático se considera un pilar fundamental para hacer frente a la crisis climática, sin embargo, la realidad es que no existe un consenso global para incluir esta enseñanza en el currículum escolar. El primer país en considerar la enseñanza del cambio climático obligatoria en el currículum de las escuelas fue Italia (Young, 2021-presente, 5m 02s). Lorenzo Fioramonti, ministro de Educación italiano, introduce 33 horas al año a cuestiones sobre el cambio climático, así como la perspectiva del desarrollo sostenible en asignaturas como Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales o Matemáticas.

Por otra parte, han surgido colectivos de docentes preocupados por el estado de emergencia climática actual que buscan una respuesta para hacer frente a esta problemática desde el ámbito educativo. En España, el colectivo *Teachers for Future* ha desarrollado la propuesta “Currículo para una educación ecosocial frente a la emergencia climática” basada en los contenidos que se desarrollarán en la LOMLOE.

La propuesta está organizada en ciclos y cursos de cada etapa educativa: Infantil y Primaria. Además, correlaciona los contenidos de cada ciclo que se definen en la Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) con la propuesta de currículo (véase Tabla 1).

Tabla 1

Relación bloques de contenido LOMCE y propuesta currículo ecosocial

Bloques de contenido (LOMCE)	Propuesta currículo
Bloque 1: El ser humano y la salud	Bloque 1: Planeta Tierra y ser humano.
Bloque 2: Los seres vivos	Bloque 2: Planeta vivo
Bloque 3: Materia y energía. Tecnología, objetos y máquinas.	Bloque 3: Materia, energía, tecnología y sostenibilidad.
Bloque 4: Geografía. El mundo en que vivimos.	Bloque 4: Geografía. Planeta Tierra y su preservación.
Bloque 5: Vivir en sociedad.	Bloque 5: Construyendo una sociedad justa y sostenible.
Bloque 6: La huella del tiempo.	Bloque 6: Evolución y huella del ser humano a través del tiempo.

Nota. Esta tabla muestra los bloques de contenido de la asignatura Ciencias de la Naturaleza y la relación con los bloques que se definen en la propuesta del currículo ecosocial del colectivo *Teachers for Future*. Elaboración propia.

Este currículum es un ejemplo de implementación de la educación ecosocial para hacer frente a la emergencia climática. Sin embargo, la realidad del marco legal educativo español difiere de la propuesta presentada.

El currículum de Castilla y León en Educación Primaria que se establece en el DECRETO 26/2016, define *Ciencias de la Naturaleza* como una asignatura troncal en esta etapa educativa que se organiza en cinco bloques temáticos.

Sin embargo, de manera contraria a la intuición, al realizar una búsqueda en el currículum con las palabras “*cambio climático*” aparece textualmente en la asignatura de *Ciencias Sociales*, y no en la asignatura *Ciencias de la Naturaleza*. Se incluye en el bloque 2 de la asignatura *Ciencias Sociales* que describe el estudio de la geografía, así como las características físicas de los territorios.

“Bloque 2. El mundo en que vivimos.

Realiza el estudio de la geografía tanto en el entorno, que acerca al alumno a su realidad, como en medios más lejanos para que tenga una visión más global. Enlaza las características físicas de los territorios con las organizaciones y divisiones políticas generadas por el ser humano. Incluye, así, contenidos que van desde el conocimiento de la localidad en la que vive, a su comunidad autónoma, su país y los continentes; extendiéndose hasta el dominio del Universo, la representación de la Tierra y la orientación en el espacio. El agua y el consumo responsable, el clima y el **cambio climático**, el paisaje y la intervención humana en el medio también están recogidos en este apartado.”

(DECRETO 26/2016, BOCYL, p. 34265)

Por otra parte, los contenidos que se tratan son el cambio climático: causas y consecuencias. Sin embargo, el criterio de evaluación que se establece para el contenido citado solamente hace referencia a las consecuencias: “Explicar las consecuencias que tienen nuestras acciones sobre el clima y el cambio climático tomando conciencia de la necesidad de adopción de medidas de protección del medio” (DECRETO 26/2016, BOCYL, p. 34270). En este aspecto, no se especifica con claridad qué conocimientos teóricos sobre el CC debe adquirir el alumnado ni se establecen los objetivos y actitudes que se espera adquirir del alumnado.

Sin embargo, a pesar de que hemos definido el cambio climático como una emergencia climática que requiere una lucha desde el ámbito social, es un fenómeno que

está directamente relacionado con los contenidos de *Ciencias de la Naturaleza*. Por ejemplo, el bloque 4 incluye contenidos sobre materia y la energía que es posible relacionar con el cambio climático (DECRETO 26/2016, BOCYL, p. 34216) En este caso, el cambio climático se ve afectado principalmente por la actividad humana sobre el planeta Tierra lo cual perjudica al efecto invernadero. El efecto invernadero un fenómeno natural que ayuda a mantener una temperatura apropiada para la vida de las especies en la superficie del planeta. En este bloque temático se puede introducir los conceptos de energía, tipos, flujo de energía que se produce en el efecto invernadero, fuentes renovables y renovables.

Tras ilustrar el contexto en el que se encuentra actualmente la ley educativa española en materia de cambio climático, es posible concluir que el cambio climático adquiere un peso insuficiente en el currículum de Educación Primaria. A diferencia de los múltiples informes científicos que justifican la importancia de atender a esta situación de emergencia climática, la educación no responde correctamente a las necesidades de esta cuestión. Por ello, hemos visto cómo algunas organizaciones han diseñado estrategias de acción que proponen modificar los contenidos del currículum y aumentar el peso que adquiere el CC en las escuelas de Educación Primaria. Con ello, se responde a los objetivos a y b definidos anteriormente. Se ha analizado la magnitud del cambio climático y se ha analizado la presencia de este concepto en la ley educativa española.

3.5. SOS Explorer: ciencia, educación y tecnología

*SOS Explorer*² (SOSx) es una versión en pantalla plana de la herramienta *Science On a Sphere* (SOS) que adapta los conjuntos de datos haciéndolos accesibles para tablets y móviles. Las visualizaciones muestran información proporcionada por satélites, observaciones en tierra y modelos informáticos. Esta herramienta dispone de una serie de ventajas (véase Tabla 2) que facilitan la comprensión pública de los procesos terrestres y ambientales complejos.

Tabla 2

Descripción de las ventajas de la aplicación SOS Explorer.

² Véase imágenes del Imágenes SOS **Explorer**

Ventajas de la aplicación *SOS Explorer*

Información real e interactiva	La fotografía por satélite supone una herramienta fundamental en el mundo porque nos permite acceder de forma eficaz y puntual a cualquier localización del planeta, así como obtener una idea más clara de los fenómenos que se desarrollan en nuestro planeta a gran escala. Es decir, nos ayuda a percibir la magnitud de las actividades humanas en la Tierra.
Formato digital: vídeo	En los últimos años las visualizaciones científicas que desarrollan instituciones como la NOAA pueden servir para describir sistemas complejos. Muchos de estos materiales son de libre acceso para este tipo de proyectos y será un elemento esencial para hacer que esta sesión sea atractiva.
Posibilidad de uso en remoto	Esta herramienta facilita la presentación de contenidos en remoto para diseñar y controlar el catálogo de datos, las listas de reproducción de presentaciones personalizadas y una variedad de herramientas como el dibujo.
Visualización esférica	Las imágenes representan el planeta Tierra en tres dimensiones y permiten interactuar gracias a los comandos ampliar, giro etc.
Aprendizaje basado en fenómenos	<i>SOS Explorer</i> introduce este tipo de metodología con el objeto de atraer la atención del público general mediante la presentación de un fenómeno o imagen/vídeo llamativo. Estos fenómenos no deben ser fácilmente comprensibles de modo que anime al público a plantearse preguntas o recurrir a diversas áreas de la ciencia para ayudar a responderlas.

Nota. Esta tabla describe las principales ventajas de la herramienta *SOS Explorer* y hacen referencia a las tres áreas que interrelaciona: educación, tecnología y ciencia. Elaboración propia

Los vídeos incluyen barras de colores, etiquetas y cuadros de texto para facilitar su explicación. Además, el usuario puede moverlos, cambiarlos de tamaño y ocultarlos para una mejor visualización. La ventana de búsqueda se desliza a la vista cuando está en uso y luego se desliza para una interacción óptima con la visualización seleccionada.

A su vez, los investigadores de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) desarrollaron Science On a Sphere (SOS) como una herramienta

educativa para ayudar a ilustrar las ciencias planetarias y otros fenómenos relacionados a personas de todas las edades y de diferentes niveles educativos. Las imágenes animadas de tormentas atmosféricas, el cambio climático, la temperatura de los océanos o fenómenos de escala planetaria como el crecimiento de las ciudades del planeta, la producción agrícola mundial o el tráfico aéreo mundial entre muchos otros pueden mostrarse en la esfera. Esta interesante herramienta para visualizar datos coleccionados por las redes de satélites *LANDSAT* y *Copernicus* entre otros, sirve para explicar y entender procesos sociales, humanos y ambientales complejos, de una manera que es a la vez intuitiva, basada en datos reales e interactiva.

Sin embargo, tras contactar con los trabajadores de la NOAA para solicitar un presupuesto de la herramienta *Science On a Sphere*, observamos que el coste económico era inaccesible a la hora de realizar este estudio.

Para realizar el diseño de la sesión, ha sido fundamental llevar a cabo una distribución de los diferentes vídeos en grupos temáticos (véase Figura 3)

Figura 3

Temáticas de los vídeos disponibles en la aplicación SOS Explorer.



Nota. Este gráfico organiza los vídeos disponibles en la aplicación en seis grupos según su temática. Elaboración propia.

4. METODOLOGÍA

Atendiendo a los conceptos desarrollados con anterioridad, se observa que el cambio climático es un fenómeno complejo que requiere un esfuerzo racional y social. En este contexto, la educación cumple un papel fundamental en la lucha contra este problema. Como establecen Stevenson, Nicholls, y Whitehouse (2017) la educación es la herramienta más efectiva para fomentar el desarrollo de conocimientos y la adquisición de una conciencia medioambiental sólida que ataje esta problemática desde el ámbito social. Por ello, esta investigación se diseña con el objetivo de incidir directamente en este contexto enseñar conocimientos sobre el cambio climático y herramientas con las que futuros docentes puedan transmitir estos conceptos a sus alumnos en la etapa de Educación Primaria.

Para ello, se ha desarrollado un caso de uso de la herramienta *SOS Explorer* dirigida a futuros docentes. Esta investigación pretende estudiar el impacto de esta herramienta y ofrecer un modelo de acción concreto que mejore la formación de los maestros de Educación Primaria en materia de cambio climático.

La sesión que se ha diseñado tiene como objetivo establecer un puente entre el conocimiento científico y la enseñanza del cambio climático utilizando la herramienta *SOS Explorer*. De esta manera, es posible transformar un conjunto de datos técnicos en una representación visual e interactiva que facilite la comprensión de esta información científica. Por ejemplo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021) define en el informe “*De la contaminación a la solución: una evaluación global de la basura marina*” la situación actual de los mares y la contaminación por plásticos que sufren. Sin embargo, esta explicación científica debe ser adaptada al público general – en este caso, futuros docentes – y, a su vez, los estudiantes de Educación Primaria. Para ello, se hace uso del vídeo “*Marine Debris: Garbage Patch Experiment*” disponible en la aplicación y se diseñan las cuestiones que guían el proceso de aprendizaje (véase Anexo II. Práctica de la sesión)

Figura 4

Ilustración relación herramienta SOS Explorer, ciencia y educación.



Nota. El gráfico representa la conexión que se establece entre un conjunto de datos científicos y la enseñanza de fenómenos complejos como el CC mediante la herramienta *SOS Explorer*. Elaboración propia.

A modo de ejemplo, si queremos explicar cómo se mueven los residuos en el fondo del mar es importante adaptar la información que ofrecen grandes estudios científicos de organizaciones como el informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2021). Este informe presenta la situación de la basura marina y la contaminación por plásticos en la actualidad y cómo se produce el movimiento de estos desechos fuera y dentro de la costa. Los plásticos están controlados por las mareas, corrientes, olas o el viento y se deterioran hasta formar los microplásticos que según establece la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) tienen menos de 5 mm de diámetro. Estos residuos se acumulan en los giros oceánicos, se hunden y se concentran en las profundidades marinas.

La metodología que se utiliza en este estudio es cuantitativa y se centra en el estudio de dos áreas: la formación docente y la evaluación de *SOS Explorer*. Ambas intervienen en el desarrollo de la competencia climática definida por Ferrari *et. al* (2019) y Fuertes *et. al* (2020). Principalmente, está directamente relacionado con el desarrollo de los conocimientos y necesarias para combatir el CC.

4.1. Implementación de la metodología

Esta sesión (véase Anexo II. Práctica de la sesión) se ha diseñado para 60 estudiantes del segundo curso del grado universitario en Maestro de Educación Primaria y

corresponde con la última práctica de laboratorio de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II*. Tiene una duración estimada de 120 minutos y la muestra total se divide en dos grupos de 30 participantes cada día.

La práctica se estructura en cuatro bloques. Estos bloques incluyen diferentes actividades para trabajar cada contenido, así como vídeos de la aplicación *SOS Explorer*.

- Bloque 1: El cambio climático.
 - o *Hot Air: Atmosphere and Climate Change*.
- Bloque 2: Causas del cambio climático
 - o *Human transportation*
 - o *Marine Debris: Garbage Patch Experiment*)
- Bloque 3: Consecuencias cambio climático
 - o Carbon Dioxide Concentration: GEOS-5 Model)
- Bloque 4: Soluciones para frenar el cambio climático

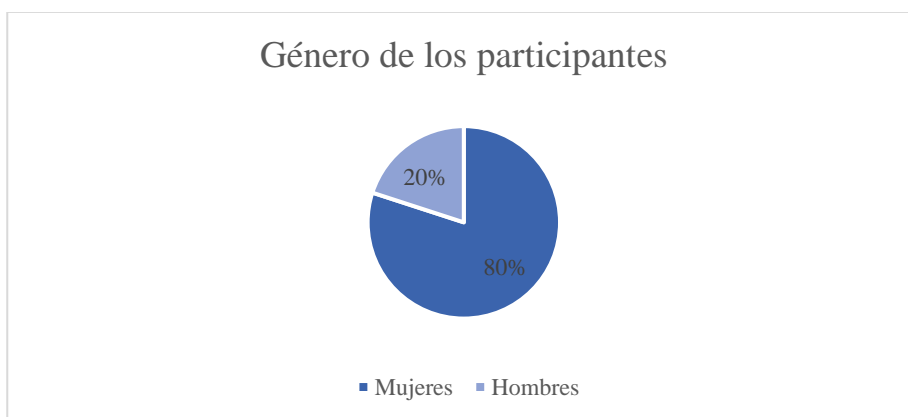
4.2. Grupo de estudio

Este estudio está dirigido a futuros docentes de Educación Primaria. En concreto, se ha seleccionado una muestra de 60 estudiantes del segundo curso del grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Salamanca. En concreto, se ha planteado la sesión en la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II*.

El grupo de estudio está formado por 48 mujeres y 12 hombres. A continuación, se presenta el gráfico (véase Figura 5) de la muestra en función del género que corresponde con el porcentaje de mujeres habitual en el grado de Educación Primaria.

Figura 5

Gráfico del género de la muestra.



4.3. Instrumentos y técnicas de recogida de información

El instrumento empleado para la recogida de datos es un cuestionario estructurado con preguntas de opción múltiple (véase Anexo III. Cuestionario *Kahoot*) que se ha estructurado en dos fases:

- Evaluación de conocimientos específicos trabajados en la práctica
- Recogida de opiniones de los estudiantes sobre la herramienta *SOS Explorer*.

Se ha seleccionado esta herramienta en función de las variables de estudio. Por una parte, para evaluar el conocimiento teórico se plantean preguntas que evalúen si han adquirido la información explicada, de manera que solamente una de las respuestas será la correcta. El resto de las respuestas se consideran incorrectas. En el caso de la evaluación de actitudes, el cuestionario permite trabajar con una variable -que en principio se puede considerar cualitativa- desde un ámbito cuantitativo. De esta manera, ofrece uniformidad en la recolección de opiniones facilitando así el posterior análisis de datos.

Para ello, se ha utilizado la plataforma *Kahoot* que permite la creación de cuestionarios de evaluación que los alumnos responden desde sus dispositivos móviles y según establece Navarro (2017) aúna tres conceptos: aprendizaje (*m-learning* y gamificación), juego y nuevas tecnologías. En concreto, se diferencia de otras posibles herramientas de recogida de datos como *Google Forms* en el carácter interactivo y dinámico que permite generar un contexto competitivo entre el alumnado fomentando así su participación en el estudio.

Por último, se han definido catorce preguntas cerradas de respuesta múltiple con el objetivo de agrupar las diferentes opiniones y respuestas de los futuros docentes.

4.4. Tratamiento de los datos

Las preguntas que se han planteado en el cuestionario se han diseñado a partir de las hipótesis definidas al comienzo de esta investigación. Como se ha mencionado con anterioridad, las preguntas estudian dos áreas: formación sobre cambio climático y evaluación de la herramienta *SOS Explorer*.

El cuestionario se ha realizado en dos sesiones diferentes 26/05/2022 y 27/05/2022 y las respuestas se han recogido en una hoja de datos de *Microsoft Excel*. A partir de este documento, se han diseñado las tablas y gráficos de cada variable. En el caso de los estudiantes que ha realizado el cuestionario junto a otro compañero indicándolo en el nombre de usuario, se ha contado la respuesta tantas veces como personas están incluidas en el usuario. Además, cabe destacar que no toda la muestra participa en el cuestionario y, por tanto, los datos de estudios analizados no alcanzan los 60 en todas las preguntas.

En este estudio, las preguntas diseñadas analizan dos áreas diferentes: la formación en materia de cambio climático y la evaluación del impacto de la herramienta *SOS Explorer*. Para cada una, se han definido las siguientes variables cualitativas (véase Tabla 3) que se van a representar en gráficos de barras o sectores.

Tabla 3

Variables estadísticas del estudio.

VARIABLES	
Formación en materia de cambio climático.	1. Conocimiento teórico cambio climático
	2. Conocimiento teórico efecto invernadero.
	3. Conocimiento teórico diferencia clima y tiempo atmosférico.
	4. Conocimiento teórico causas cambio climático
	5. Conocimiento teórico consecuencias cambio climático.

	6. Conocimiento teórico residuos marinos.
	7. Integridad cambio climático
	8. Herramientas para la demostración del cambio climático.
Evaluación impacto	9. Fuente de las imágenes.
herramienta SOS	10. Temáticas de los <i>datasets</i> trabajados.
Explorer	11. Interactividad.
	12. Visión global de las acciones individuales
	13. Aprendizaje final

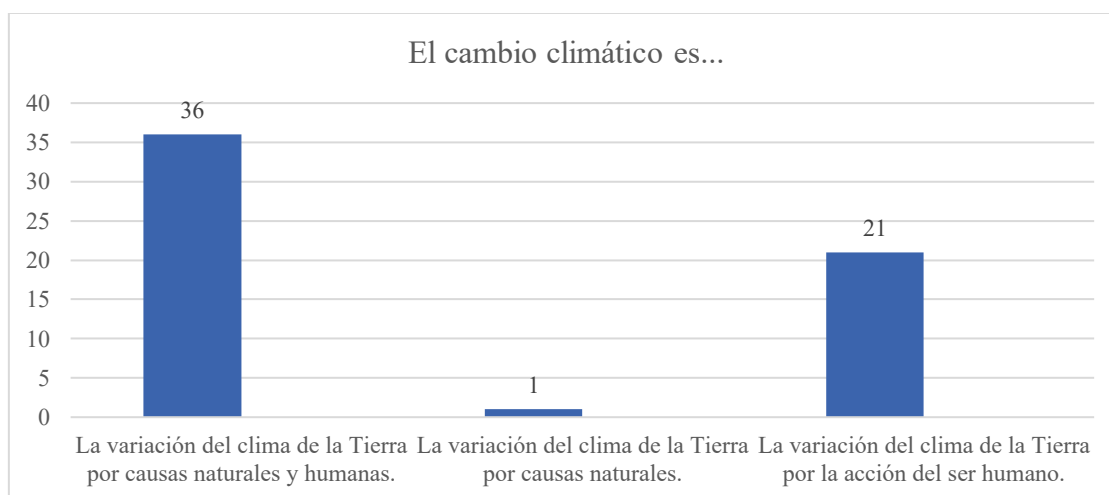
Nota. En esta tabla se muestran las trece variables cualitativas agrupadas en dos áreas de estudio. Elaboración propia.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para realizar el análisis de los resultados, se han agrupado las preguntas y las correspondientes variables en las dos áreas de estudio mencionadas anteriormente. Sin embargo, la discusión de los contenidos se realizará en el orden de las hipótesis establecido en el apartado de introducción.

5.1. Formación en materia de cambio climático

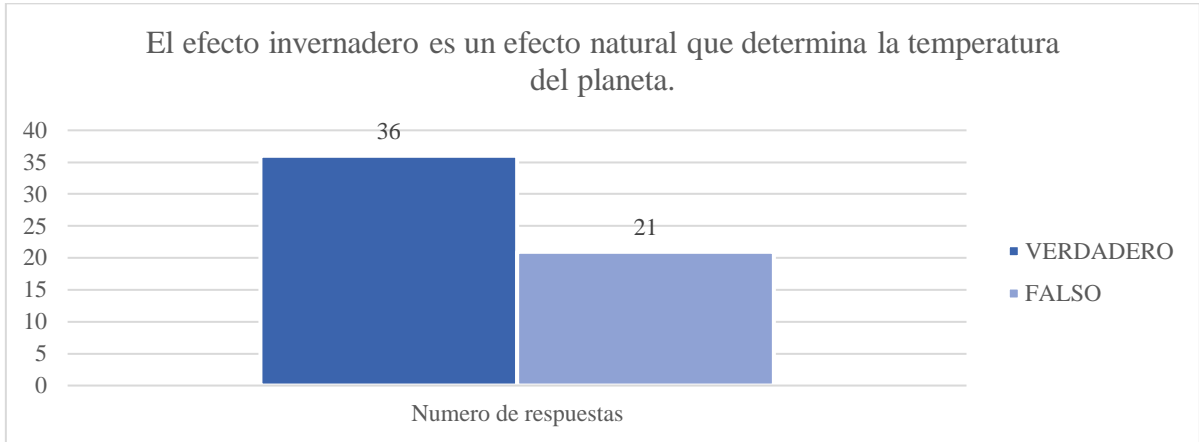
5.1.1. Pregunta 1



Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico cambio climático	V (36)	36/58	62
	F (22)	22/58	38

Tabla 4. Tabla tipos de frecuencia variable "conocimiento teórico cambio climático". Pregunta 1. Elaboración propia.

5.1.2. Pregunta 2

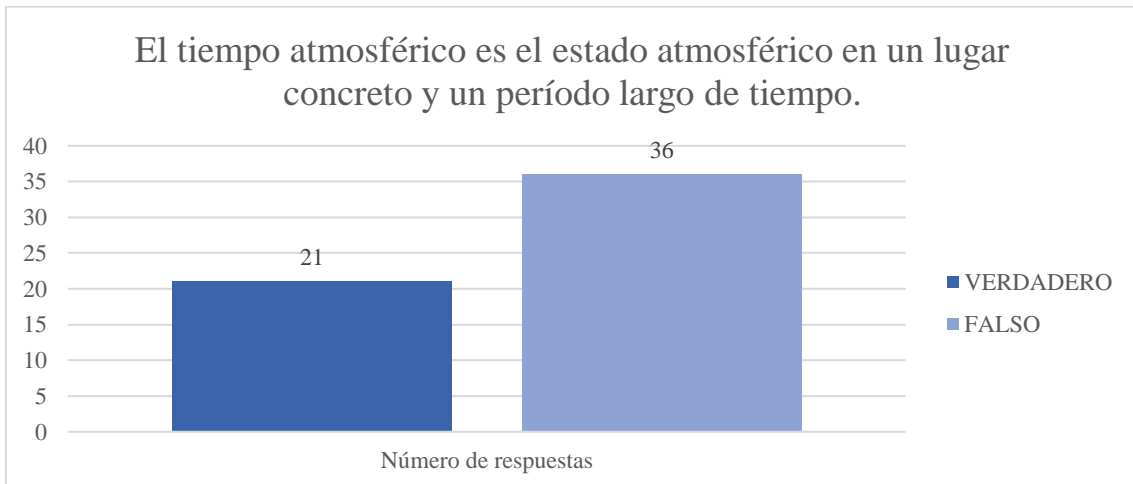


Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico efecto invernadero	V (36)	36/57	63.2
	F (21)	21/57	36.8

Tabla 5. Tabla tipos de frecuencia variable "Conocimiento teórico efecto invernadero". Pregunta 2. Elaboración propia.

5.1.3. Pregunta 3

En este caso, la respuesta correcta es "Falso" porque el tiempo atmosférico se define como un estado de la atmósfera en lugar concreto y un período corto de tiempo. Por ejemplo, el tiempo atmosférico en Salamanca el 10 de junio.



Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico diferencia clima y tiempo atmosférico.	V (36)	36/57	63.2
	F (21)	21/57	36.8

Tabla 6. Tabla de frecuencias variable "Conocimiento teórico diferencia clima y tiempo atmosférico". Pregunta 3. Elaboración propia

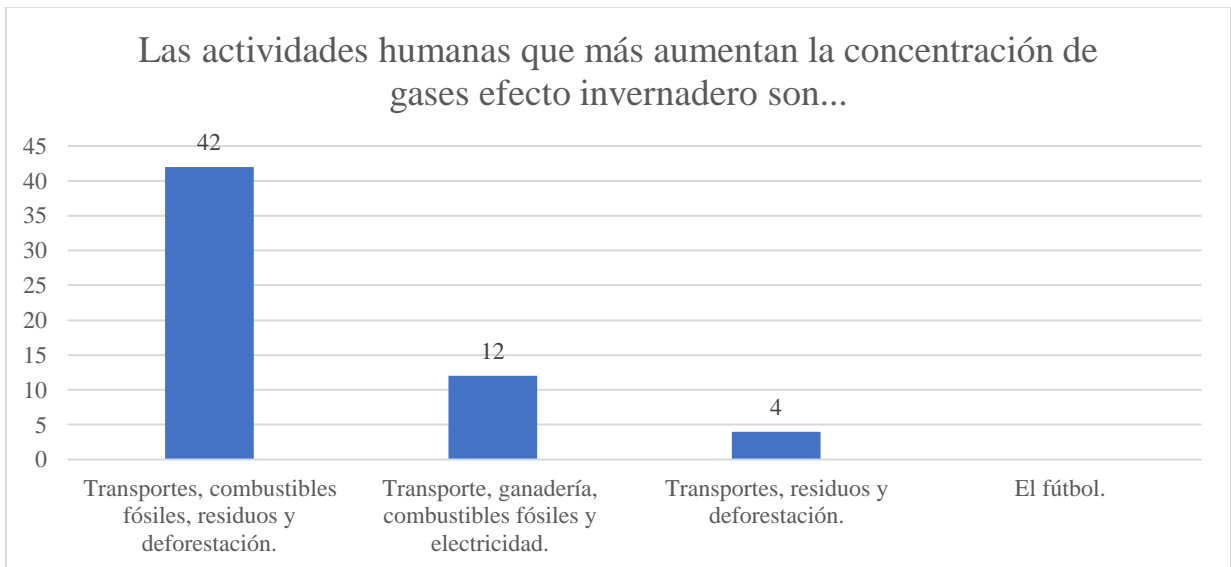
5.1.4. Pregunta 4



Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico diferencia clima y tiempo atmosférico.	V (57)	57/58	98.3
	F (1)	1/58	1.7

Tabla 7. Tabla de frecuencias variable "Conocimiento teórico diferencia clima y tiempo atmosférico". Pregunta 4. Elaboración propia

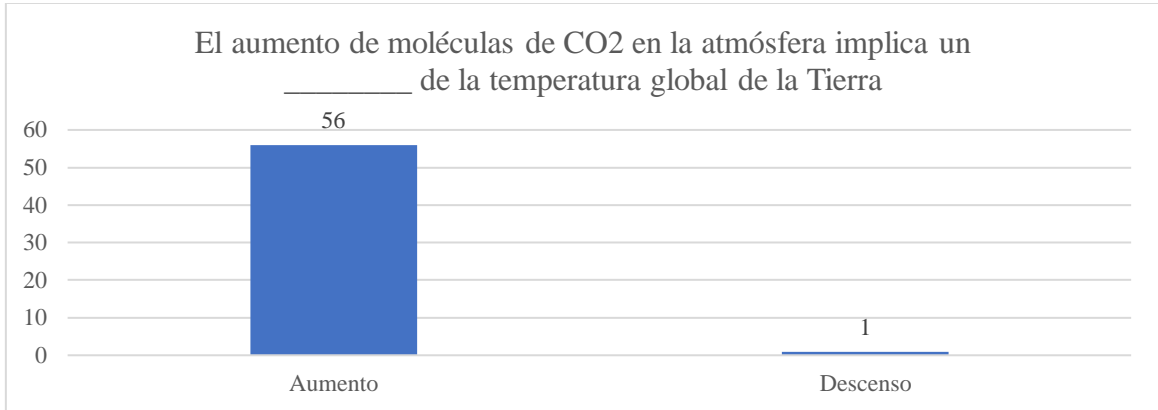
5.1.5. Pregunta 5



Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico causas del cambio climático	V (12)	12/58	20.7
	F (46)	46/58	79.3

Tabla 8. Tabla de frecuencias variable "Conocimiento teórico causas del cambio climático". Pregunta 5. Elaboración propia.

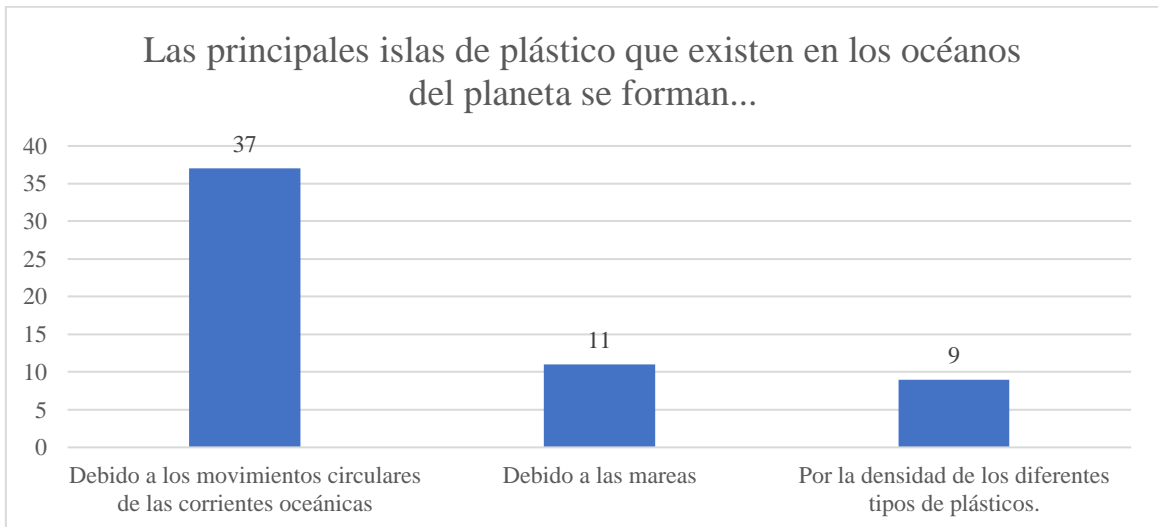
5.1.6. Pregunta 6



Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico consecuencias del cambio climático	V (57)	57/58	98.3
	F (1)	1/58	1.7

Tabla 9. Tabla de frecuencias de la variable "Conocimientos teórico consecuencias del cambio climático". Pregunta 6. Elaboración propia.

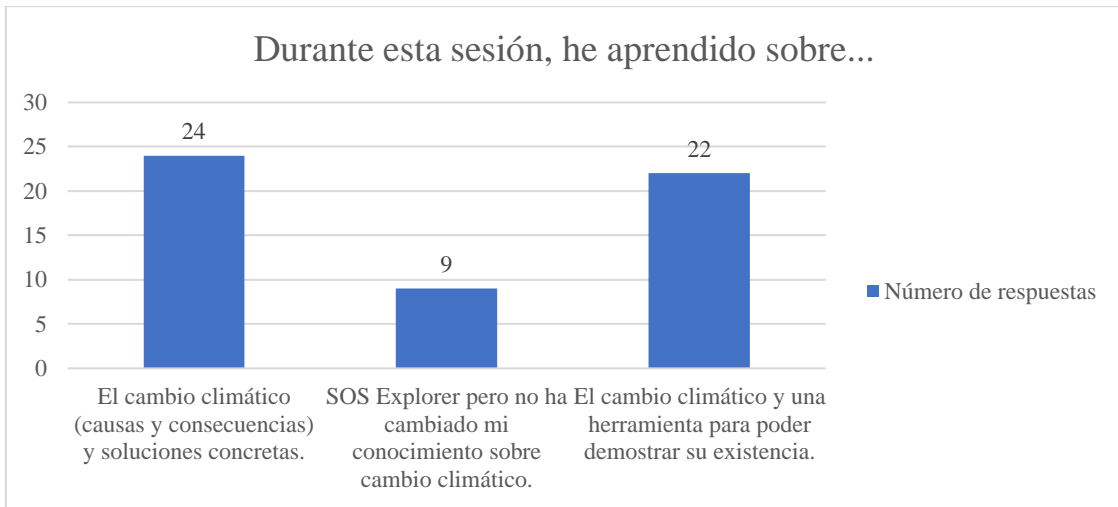
5.1.7. Pregunta 7



Variable	F_i	n_i	%
Conocimiento teórico residuos marinos	V (37)	37/57	64.9
	F (20)	20/57	35.1

Tabla 10. Tabla de frecuencias de la variable "Conocimiento teórico residuos marinos". Pregunta 7. Elaboración propia.

5.1.8. Pregunta 14

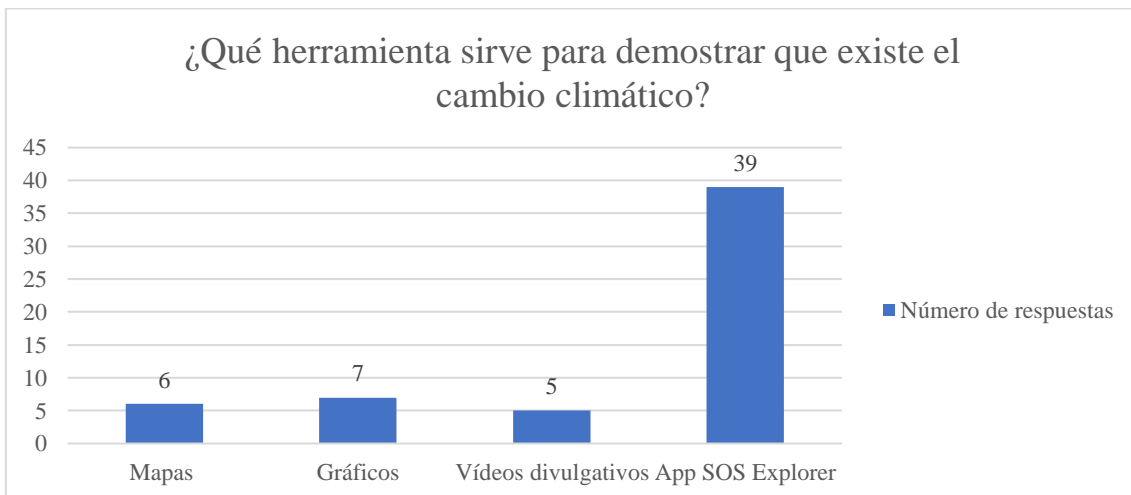


Variable	F_i	n_i	%
Aprendizaje final	V (47)	9/55	70.91
	F (9)	46/55	29.09

Tabla 11. Tabla de frecuencias de la variable "Aprendizaje final". Pregunta 14. Elaboración propia.

5.2. Evaluación de la herramienta *SOS Explorer*

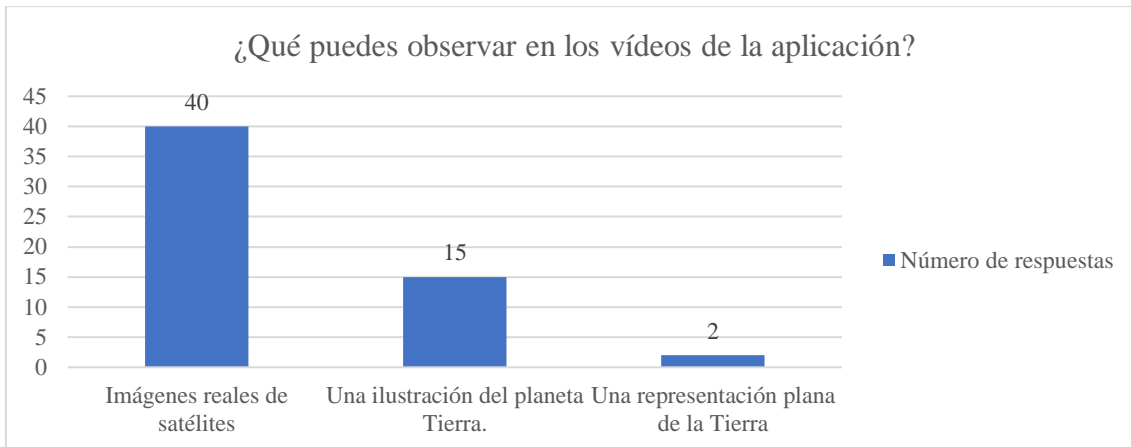
5.2.1. Pregunta 8



Variable	F_i	n_i	%
Herramientas demostración cambio climático	V (39)	39/57	68.42
	F (18)	18/57	31.58

Tabla 12. Tabla de frecuencias variable "Herramientas demostración cambio climático". Pregunta 8. Elaboración propia.

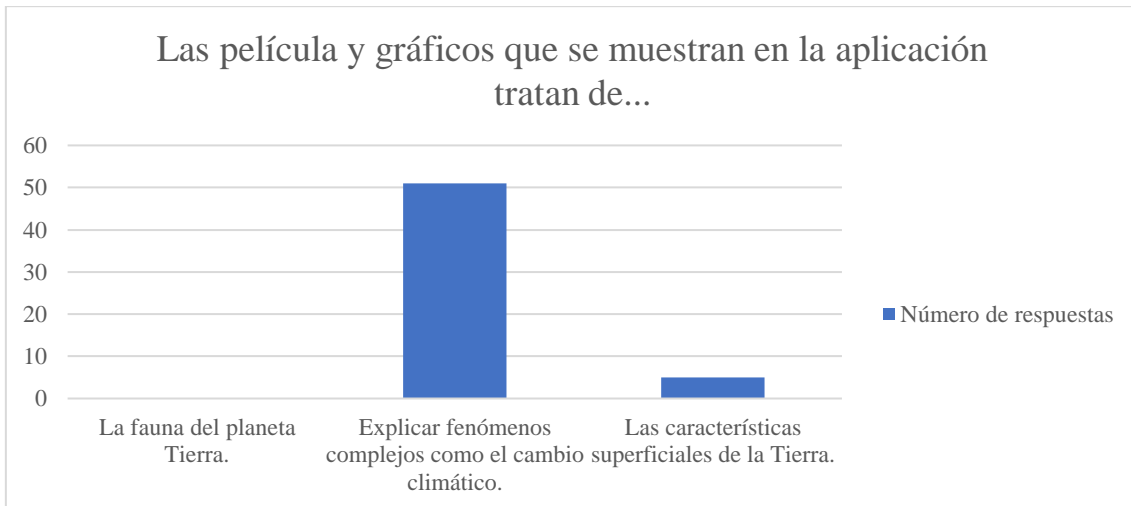
5.2.2. Pregunta 9



Variable	F_i	n_i	%
Fuente de las imágenes	V (40)	40/57	70.18
	F (17)	17/57	29.82

Tabla 13. Tabla de frecuencias de la variable "Fuente de las imágenes". Pregunta 9. Elaboración propia.

5.2.3. Pregunta 10



Variable	F_i	n_i	%
Temáticas <i>datasets</i>	V (51)	51/56	91.07
	F (5)	5/56	8.93

Tabla 14. Tabla de frecuencias variable "Temáticas *datasets*". Pregunta 10. Elaboración propia.

5.2.4. Pregunta 11

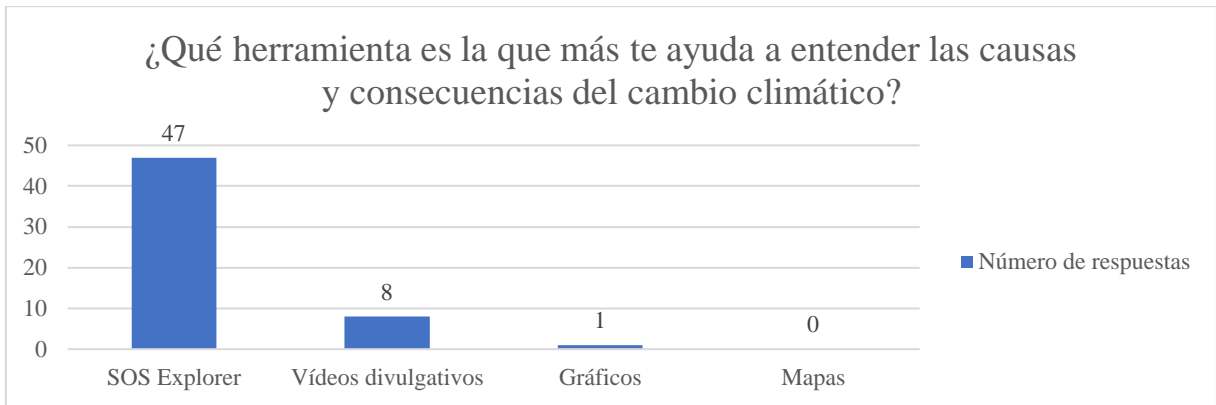
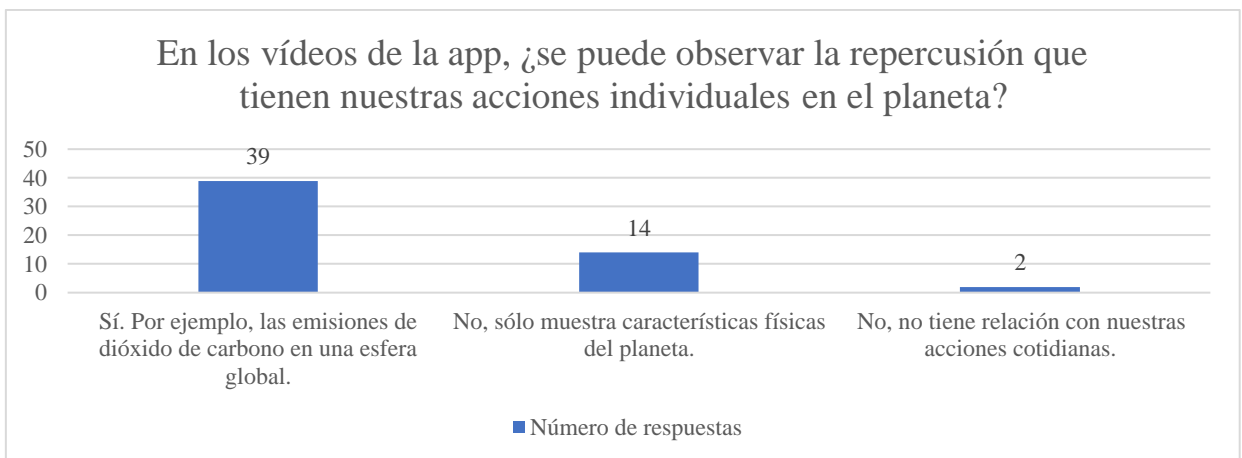


Tabla 15. Tabla de frecuencias de la variable "Impacto de la herramienta". Pregunta 11. Elaboración propia.

Variable	F_i	n_i	%
Impacto de la herramienta	V (47)	47/56	83.93
	F (9)	9/56	16.07

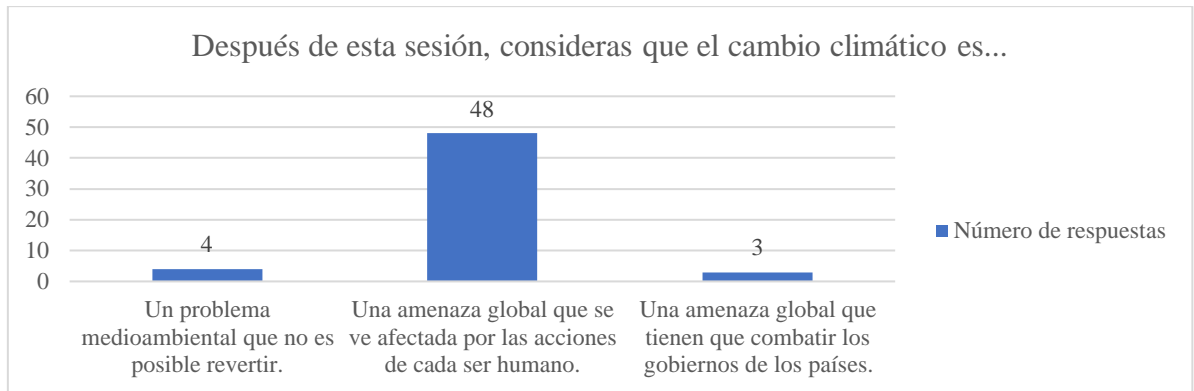
5.2.5. Pregunta 12



Variable	F_i	n_i	%
Carácter global de las imágenes	V (47)	39/55	70.91
	F (9)	16/55	29.09

Tabla 16. Datos de la variable "Carácter global de las imágenes". Pregunta 12. Elaboración propia.

5.2.6. Pregunta 13



Variable	F_i	n_i	%
Complejidad cambio climático	V (47)	48/55	87.27
	F (9)	7/55	12.73

Tabla 17. Tabla de frecuencias "Complejidad cambio climático". Pregunta 13. Elaboración propia.

6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. "La herramienta SOS Explorer permite demostrar la existencia del cambio climático."

Durante el período como y alumna de prácticas, me surgió la inquietud de conocer herramientas efectivas para demostrar la existencia del cambio climático a alumnos de Educación Primaria. Sin embargo, cuando realizamos una búsqueda de recursos atractivos es fundamental comprobar que exista un rigor científico en los datos y que ofrezca al alumnado una metodología de aprendizaje efectiva. En este sentido, *SOS Explorer* es una herramienta que permite generar un contexto interactivo herramienta-usuario y a su vez, es un recurso tecnológico que facilita la adquisición de un aprendizaje significativo (García y López Hernández, 2015). Sin embargo, he querido evaluar si los estudiantes observan el potencial de esta herramienta para demostrar el cambio climático de forma interactiva.

Como se observa en la Tabla 12, el 31.58% de los encuestados determinaron que los *gráficos, vídeos divulgativos y mapas* son herramientas útiles para demostrar el cambio climático. En concreto, el 72.22% de este porcentaje considera los gráficos y mapas una

herramienta útil para demostrar el cambio climático. Sin embargo, es importante considerar el público al que está orientado. En el caso de alumnos de Educación Primaria, la relación entre el cambio climático y un gráfico o mapa observado requiere de un proceso de abstracción que según establece Piaget (Martínez, 2005) se logra alrededor de los 11 años, al final de la etapa educativa. Por tanto, es muy complicado transmitir la magnitud de la situación de emergencia climática actual a alumnos de Educación Primaria con el uso de gráficos o mapas.

Por otra parte, los vídeos divulgativos representan el 27.78% de los 31.58% que se mencionaron anteriormente. En este aspecto, los vídeos establecen un canal de comunicación unilateral en los que el mensaje se transmite en una dirección (del emisor al receptor). Si bien es cierto que algunos vídeos utilizan estrategias para captar la atención del receptor con preguntas directas, el mensaje no llega al emisor y, por tanto, no es posible considerar este proceso un acto comunicativo. Es decir, no existe una interacción y es un factor fundamental en la adquisición de un aprendizaje significativo.

No obstante, cabe destacar que la mayoría de los encuestados (68.42%) considera que *SOS Explorer* es una herramienta efectiva para demostrar el cambio climático de lo que es posible deducir que los estudiantes son capaces de analizar los beneficios de este recurso tras la sesión. En concreto, *SOS Explorer* ofrece una combinación de vídeos educativos, mapa y gráficos en una interfaz interactiva que promueve el aprendizaje significativo de los contenidos. A su vez, se ha situado la herramienta en un contexto didáctico promueve esta interacción lo cual facilita que los futuros docentes consideren útil esta herramienta. No obstante, cabe destacar que es fundamental como maestros proponer un contexto significativo en el que se utilice la herramienta con una finalidad concreta. Con ello, se responde a la hipótesis 1 y los objetivos c.1, c.2 y c.3.

6.2. “La herramienta *SOS Explorer* facilita la comprensión del cambio climático.”

Como se observa en la Tabla 15, el 83.93% de los estudiantes escogen *SOS Explorer* como la herramienta que más les ayuda a entender las causas y consecuencias del cambio climático. Este porcentaje es sumamente alto frente al resto de respuestas que corresponden con el 16.07%. Esto permite deducir que los estudiantes claramente

encuentran mucho más atractiva la herramienta *SOS Explorer* frente al resto de opciones posibles. En este aspecto, hay que destacar la posibilidad de que haya tenido influencia el desarrollo de la sesión que ha situado la herramienta en un contexto educativo. No obstante, el porcentaje es evidente y los estudiantes son capaces de observar las características clave de la herramienta *SOS Explorer* para la enseñanza del cambio climático.

Además, el resto de las respuestas forman el 16.07%. Dentro de este porcentaje, existe una diferencia evidente entre las tres respuestas propuestas: vídeos divulgativos, gráficos y mapas. Cabe destacar que la única respuesta que no ha sido votada por ningún encuestado. Sin embargo, en el apartado anterior, hubo encuestados que la votaron como una herramienta que permite demostrar el cambio climático. Puede considerarse una incoherencia, sin embargo, es posible que el recurso demuestre el cambio climático (ej. un mapa interactivo que muestra la concentración de dióxido de carbono en España a lo largo del año) y que ningún estudiante la considere relevante a la hora de comprender estos contenidos.

Por otra parte, los vídeos divulgativos son la segunda opción más votada. Sin embargo, el porcentaje es claramente pequeño en relación con la primera opción más votada. Por consiguiente, es posible observar cierto acuerdo en la muestra seleccionada ante esta pregunta. Con ello, queda respondida la hipótesis 2 y el objetivo c.4.

6.3. “La herramienta SOS Explorer permite adquirir una visión global de las actividades individuales sobre el planeta.”

La concienciación sobre el impacto de nuestras actividades individuales en el planeta se cuestiona en la pregunta 12 que recoge tres posibles opiniones.

Por una parte, como podemos observar (véase Tabla 16) el 70.91% de los encuestados consideran que es posible observar la repercusión que tienen nuestras actividades individuales en el planeta. En concreto, 39 personas respondieron de manera afirmativa.

Por otra parte, el resto de las respuestas conforma el 29.09% de la muestra y sorprende que tan solo el 12.5% del total considera que no es posible observar la repercusión de

nuestras acciones cotidianas. En este sentido, tras realizar la sesión en la que se exponen distintos vídeos sobre las emisiones de dióxido de carbono en el planeta, el transporte a nivel mundial o la distribución de los residuos en el océano, sorprende que haya encuestados que consideren que no existe relación con nuestras acciones individuales. Si bien es probable que haya una carencia formativa en materia de cambio climático, también cabe la posibilidad que la reflexión que se ha realizado haya sido errónea y no permita observar la correlación entre las causas del cambio climático y nuestras acciones cotidianas.

Dentro del 29.09% que consideran que no puede observarse la repercusión de nuestras acciones, 14 encuestados señalan que los vídeos de *SOS Explorer* solamente muestran características físicas del planeta. Sin embargo, es fundamental tener consolidados los conocimientos sobre cambio climático para comprender que la actividad del ser humano es la principal causa de su desarrollo (véase

Figura 2). Una vez se adquiere esta idea, todos los vídeos que representen la actividad humana como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), transporte o residuos están directamente relacionados con el impacto de nuestras acciones individuales.

No obstante, la mayoría de los encuestados observan el impacto de las actividades individuales sobre el planeta en los vídeos de la aplicación que han trabajado durante la sesión. Con ello, se responde a la hipótesis 3 y los objetivos c.3 y d.2.

6.4. “La sesión permite a los futuros docentes comprender la integridad del cambio climático.”

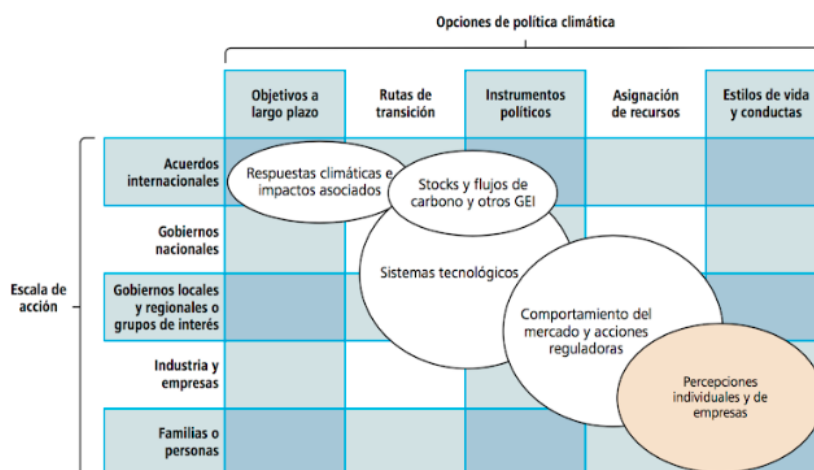
El cambio climático es un fenómeno complejo que ha producido cambios irreversibles en el clima del planeta Tierra (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 2021, p.3) Si bien es posible minimizar el impacto de estos cambios y mejorar el escenario climático futuro, la realidad indica que la movilización que debe producirse incluye varios elementos: financiación, creación de capacidad y transferencia de tecnología con la mejor ciencia disponible (Conferencia ONU, 2021).

Como observamos en la Tabla 17, el 87.27% de los encuestados considera que el cambio climático es una amenaza global que se ve afectada por las acciones individuales. Es decir, consideran fundamental el impacto de las acciones sobre el planeta, de manera que es posible deducir que se ha desarrollado una conciencia medioambiental en torno a la repercusión de la actividad individual. Este porcentaje es sumamente alto y con ello, las actividades planteadas durante la sesión orientadas a generar esta conciencia medioambiental (véase Anexo II. Práctica de la sesión) han sido efectivas. Sin embargo, cabe destacar que cuatro encuestados consideran el cambio climático un problema medioambiental que no es posible revertir. Si bien es cierto que el aumento de la temperatura media del planeta actual es irreversible, es posible mejorar el escenario futuro reduciendo el impacto del factor humano sobre la Tierra (véase Figura 2).

Por otra parte, existen tres encuestados que seleccionan la respuesta “*Una amenaza global que tienen que combatir los gobiernos de los países*”. A diferencia de los encuestados que seleccionaron la opción anterior, los estudiantes consideran el cambio climático un problema que debe solucionarse a nivel nacional o internacional. Sin embargo, la escala de acción (véase Figura 6) abarca desde las familias o personas hasta los acuerdos internacionales. En el caso de las familias, el campo de acción está orientada a la modificación de los estilos de vida y conductas, a diferencia de los acuerdos internacionales que puedes establecer objetivos a largo plazo y rutas de transición.

Figura 6

Taxonomía de los niveles de toma de decisiones en política climática.



Nota. Los círculos muestran el tipo y el alcance de las fuentes de incertidumbre tratadas por la literatura. Adaptado de Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (2014) *Climate change 2014 Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*(p. 159) Cambridge University Press.

Por consiguiente, la mayoría de los encuestados tienen una opinión igualitaria acerca del cambio climático y desarrollan una conciencia medioambiental que les permite identificar la repercusión de las acciones individuales sobre el planeta. Con ello, se responde a la hipótesis 4 y los objetivos c.3 y d.3.

6.5. “La herramienta SOS Explorer mejora la formación de los futuros docentes en materia de cambio climático.”

Una de las principales finalidades de este estudio es mejorar la formación en cambio climático de los futuros docentes de Educación Primaria. Como bien se ha analizado anteriormente, la formación de los estudiantes durante la etapa de Educación Primaria y Secundaria es realmente escasa. En este estudio, el punto de partida de la muestra³ antes de realizar esta sesión son los contenidos de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II*. En esta asignatura (véase Figura 7) se estudian los conceptos fundamentales de energía y tipos, así como las fuentes de energía y el cambio climático.

Figura 7

Contenidos del tercer bloque de la asignatura Ciencias de la Naturaleza II.

³ Estudiantes de segundo curso del grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Salamanca.



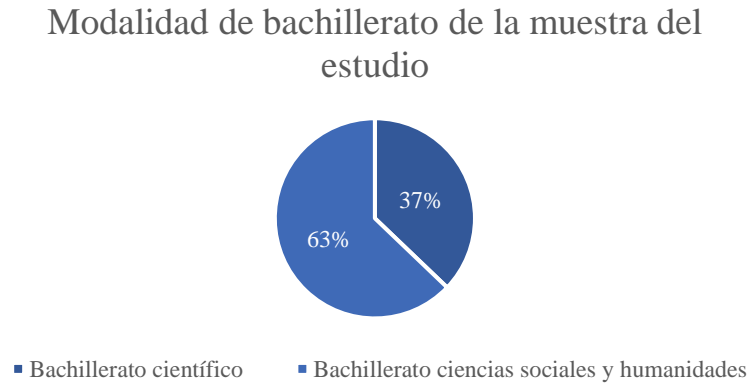
Nota. Esta figura muestra los contenidos del tercer bloque de la asignatura. Antes de realizar la sesión, los contenidos ya han sido trabajados por los estudiantes y corresponden con el punto de partida de la formación docente en esta investigación. (Ruiz, C., comunicación personal, 8 de junio de 2022)

En el currículum de Educación Secundaria (REAL DECRETO 1105/2014, BOCYL, 2015), solamente encontramos el término *cambio climático* al realizar una búsqueda en el documento en asignaturas optativas como *Cultura Científica* o *Ciencias aplicadas a la Actividad Profesional*. Sin embargo, es cierto que la asignatura *Geografía e Historia* se incluyen contenidos sobre desarrollo sostenible: Impacto de la acción humana en el medioambiente: “Aprovechamiento y futuro de los recursos naturales. Disposición favorable para contribuir, individual y colectivamente, a la racionalización en el consumo y al desarrollo humano de forma equitativa y sostenible. Riesgos y problemas medioambientales. Medidas correctoras.” (REAL DECRETO 1105/2014, 2015, p. 32148)

Por otra parte, según la experiencia de los docentes de esta asignatura se define el siguiente porcentaje de estudiantes que han cursado cada modalidad de bachillerato (véase Figura 8) lo cual influye claramente en el rendimiento de los alumnos y el rigor científico que utilizan en las prácticas y sesiones formativas (Ruiz, C., comunicación personal, 8 de junio de 2022).

Figura 8

Gráfico que representa la modalidad de bachillerato cursada por los estudiantes.



Nota. Este gráfico agrupa las modalidades de Ciencias Sociales y Humanidades en una opción. Elaboración propia.

En definitiva, se observa que el punto de partida del 63% de los estudiantes son los contenidos sobre cambio climático de Educación Secundaria que, como se ha mencionado anteriormente, tienen poco peso en el currículum español.

Para evaluar la formación en materia de cambio climático de los estudiantes tras la sesión, se plantean siete preguntas y una octava que analiza el aprendizaje global que van a analizar ocho variables.

En primer lugar, la pregunta 1 evalúa la definición de cambio climático propuesta por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: “La variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a causas naturales y a la acción del hombre y se produce sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc., a muy diversas escalas de tiempo.” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f)

La Tabla 4 muestra que el 62% de los encuestados responden correctamente a la pregunta. Sin embargo, sorprende que un porcentaje del 38% de los participantes consideren que la variación del clima de la Tierra se deba solamente a la acción del ser humano. Si bien es cierto que el cambio climático se ve afectado directamente por la actividad humana en la Tierra principalmente desde la Revolución Industrial, el aumento

de la temperatura del planeta se debe también a causas naturales como los cambios en la actividad volcánica y en la radiación solar (*Global Climate Change NASA, 2022*).

La siguiente cuestión hace referencia al efecto invernadero (véase Tabla 5) en la que a pesar de que el 63.2% de los encuestados comprenden el concepto, sorprende que el 36.8% continúe considerando que el efecto invernadero no es un efecto natural. En este sentido, es habitual observar una visión negativa del concepto de efecto invernadero en la población considerando este fenómeno la causa del cambio climático (Ruiz, C., comunicación personal, 7 junio de 2022). Sin embargo, el efecto invernadero es un fenómeno natural que determina la temperatura de la Tierra y ha permitido la creación de la vida en el planeta (Acciona, 2019)

Según la experiencia de los docentes de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II*, los alumnos tienen dificultades para diferenciar los conceptos de clima y tiempo atmosférico. Este estudio pretende evaluar si los participantes son capaces de comprender estas ideas mediante dos preguntas. En este caso, en la pregunta 3 la respuesta válida es “falso” que cuenta con el 63.2%. Sin embargo, lo que realmente sorprende es que 21 estudiantes (36.8%) no responden correctamente a la definición de tiempo atmosférico⁴.

La pregunta 4 también evalúa la diferencia entre los conceptos clima y tiempo atmosférico. En este caso, prácticamente la totalidad de los encuestados (véase Tabla 7) comprenden que el concepto que está directamente relacionado con la supervivencia de la especie es el clima. Con ello, podemos deducir que finalmente el concepto de clima y tiempo atmosférico se ha comprendido si bien existe un porcentaje considerable de encuestados que no identifican la definición de cambio climático.

La siguiente pregunta evalúa el conocimiento sobre las principales causas humanas que aumentan la concentración de gases efecto invernadero. En este caso, la respuesta correcta solamente representa el 20.7% de los encuestados. Por consiguiente, se deduce que este concepto no ha sido asimilado por la muestra del estudio siendo la opción más votada “transportes, combustibles, fósiles, residuos y deforestación”.

⁴ Personalmente, considero posible que los alumnos no hayan leído con atención la pregunta y no identifiquen que el tiempo atmosférico hace referencia un período corto de tiempo.

A continuación, se plantea una cuestión sobre el aumento de la temperatura global. Este concepto se ha comprendido sin dificultades (véase Tabla 9) por la totalidad de los encuestados que representan el 98.3%. Finalmente, la última pregunta evalúa el conocimiento acerca de los residuos marinos no alcanza un porcentaje tan alto como en la pregunta anterior pero el 64.9% de los estudiantes responden correctamente (véase Tabla 10). En este caso, si bien es cierto que los residuos marinos forman islas de plástico debido al movimiento circular de las corrientes oceánicas, la densidad de los materiales y las mareas también influyen en la formación de estas islas a pesar de no ser la causa principal.

Analizadas las distintas cuestiones teóricas, es posible concluir que la mayoría de los conceptos se han comprendido observando los porcentajes de acierto de cada pregunta. Sin embargo, siguen existiendo dificultades para diferenciar los conceptos de *tiempo meteorológico* y *clima*, así como las actividades humanas más contaminantes.

Finalmente, la pregunta 14 evalúa el aprendizaje final de la sesión. En esta pregunta se ha considerado la respuesta “*SOS Explorer*, pero no ha cambiado mi conocimiento sobre cambio climático” la que implica un menor aprendizaje porque no se han adquirido conceptos en materia de cambio climático sino solamente herramientas para su práctica. Por ello, el resto de las respuestas implican el aprendizaje de conceptos teóricos y/o recursos para demostrar su existencia. Como podemos observar en la Tabla 11 solamente en el 29.09% de los encuestados no se ha visto modificado su conocimiento teórico acerca de cambio climático. Es decir, se puede deducir que los conceptos que se han trabajado durante la sesión se conocían previamente. Según se ha explicado en el punto de partida de la muestra, esta debería ser la situación de la totalidad de los encuestados puesto que los conceptos de la sesión se estudiaron durante el desarrollo de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II*.

Sin embargo, sorprende que en el 70.91% de los participantes han aprendido contenidos teóricos durante la sesión. Por otra parte, 24 encuestados coinciden en que su aprendizaje sobre cambio climático sin mencionar la herramienta *SOS Explorer*. En este aspecto, es posible que consideren que el objetivo de la sesión está orientado solamente al desarrollo

de contenidos teóricos. Sin embargo, la principal finalidad de la sesión consiste en focalizar la atención en la herramienta *SOS Explorer* para evaluar su impacto, siendo los contenidos teóricos un simple recurso para la consecución de los ejercicios. A su vez, 22 participantes están de acuerdo en su aprendizaje sobre cambio climático y herramientas para poder demostrar la existencia. Por consiguiente, del 70.91% de los encuestados aproximadamente la mitad han comprendido que la sesión pretende centrar la atención en la herramienta tecnológica en lugar de los conocimientos teóricos. Con ello, se responde a los objetivos c.3 y d.3 y la hipótesis 5.

6.6. “La sesión permite a los futuros docentes identificar las principales ventajas de la herramienta SOS Explorer.”

La herramienta *SOS Explorer* ofrece una serie de ventajas (véase **Tabla 2**) y este estudio pretende analizar si los estudiantes son capaces de identificarlas.

Según se observa en la Tabla 13, los encuestados son capaces de identificar que la aplicación muestra imágenes reales de la Tierra en un 70.18%. A su vez, en la pregunta 10 (véase Tabla 14) el 91.07% de los participantes observa que la temática de los vídeos está orientada a la explicación de fenómenos como el cambio climático. Ambas son características fundamentales de esta aplicación que la hacen una herramienta realmente atractiva en el ámbito educativo.

No obstante, sorprende que un 29.92% no sea capaz de identificar que los vídeos muestran imágenes satelitales o la representación de la Tierra en tres dimensiones que ofrece la aplicación. En el caso de la pregunta 10, existe un pequeño porcentaje 8.93% que indica que los vídeos y gráficos representan las características superficiales de la Tierra. En este caso, se deduce que no se ha comprendido el contexto educativo ofrecido durante la sesión con el que se ha justificado el uso de la herramienta para la demostración del CC. Con ello, se responde a la hipótesis 6 y el objetivo c.4

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En un principio, este estudio se orientó a la evaluación del impacto de la herramienta *Science On a Sphere*, pero como se ha comentado anteriormente, tras contactar con los trabajadores de la NOAA para solicitar un presupuesto, observamos que el coste económico era inaccesible. Por ello, se optó por la herramienta *SOS Explorer* que está dispone en *Google Play Store* y *Apple Store* de manera gratuita.

Por otra parte, solamente se ha implementado una sesión de 120 minutos de los cuales hemos visto que 90 minutos se dedican a realizar las actividades del documento (véase Anexo II. Práctica de la sesión) En este sentido, la adquisición de los contenidos requiere un período de tiempo más largo hasta que los alumnos son capaces de asimilar toda la información. A su vez, como establece Ausubel también influyen otros factores en el aprendizaje significativo como la disposición del alumno y el material presentado.

“El alumno debe manifestar [...] una disposición para relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria”

(Ausubel, 1983, p. 48).

Por ello, el material que se ha presentado en la sesión se ha desarrollado a partir de los contenidos de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza II* que ya habían sido estudiados por los alumnos. De esta manera, se establece una conexión con la estructura de conocimiento de los alumnos que va a asentar la base para producirse el aprendizaje. Sin embargo, también es requisito la disposición del alumno que es un factor intrínseco y por ello, incontrolable en el estudio. A su vez, se requiere un proceso de adaptación a la aplicación que no ha sido posible respetar debido al tiempo disponible para realizar la sesión.

Por otra parte, las preguntas del cuestionario de *Kahoot* se han diseñado con el objetivo de mantener el interés y la participación de los encuestados. Por ello, las preguntas se han formulado en ocasiones buscando similitudes con cuestiones tipo examen en lugar de optar por enunciados habituales en este tipo de investigaciones.

8. CONCLUSIONES

Desde el origen del término *cambio climático* en 1975 que fue citado por Wallace Broecker en el artículo científico “*Cambio climático: ¿estamos al borde de un calentamiento global pronunciado?*”, este concepto ha sido el centro de estudio en la comunidad científica. De esta manera, el término ha ido adquiriendo cada vez más popularidad, así como la necesidad de establecer un consenso científico global sobre la magnitud de este problema medioambiental y la implicación del ser humano en su mitigación. En la actualidad, es un fenómeno multidimensional que afecta a toda la humanidad siendo una posible causa de la extinción de nuestra especie.

A nivel internacional, el IPCC es el órgano encargado de evaluar los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, así como sus causas, repercusiones y estrategias de respuesta (IPCC, 2013). El informe científico del año pasado (IPCC, 2021) ya confirma que la actividad humana ha provocado un aumento de la temperatura de la superficie global sin precedentes. Como consecuencia, se han llevado a cabo conferencias internacionales con el objetivo de buscar soluciones a esta situación de emergencia climático entre todos los países del planeta. De hecho, la COP26 remarca la urgencia de avanzar hacia una economía neutra (COP26, 2021). Aunque, existe una separación entre el conjunto de datos que ofrece el consenso científico y la movilización social que se requiere para frenar el impacto. En este contexto, entra en juego el papel de la educación que es reconocido por el Acuerdo del Clima de París y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En ambos casos, la educación se define como la herramienta que permite formar, sensibilizar y facilitar el acceso al público en materia de cambio climático con el objetivo de mitigar esta situación climática (Acuerdo del Clima de París, 2016, p. 17).

Sin embargo, como se ha investigado, hay una ausencia de recursos adaptados para acercar la realidad del cambio climático al público y, en concreto, a los alumnos de Educación Primaria. A su vez, es posible observar una carencia formativa en materia de cambio climático en los estudiantes del grado de Maestro en Educación Primaria debido al peso que adquiere este tema en el currículum español en Educación Primaria, Educación Secundaria y Bachillerato.

En este contexto, este trabajo de investigación busca establecer una conexión entre el conjunto de datos científicos que forman parte del consenso global y los futuros docentes de Educación Primaria quienes tienen en sus manos el devenir de las generaciones posteriores. Para ello, este estudio sirve como punto de partida en la creación de propuestas didácticas y la contextualización de recursos educativos en materia de cambio climático. De esta manera, se ha analizado el impacto de una propuesta didáctica para alumnos del grado universitario de Maestro en Educación Primaria y de la herramienta *SOS Explorer*.

Por otra parte, hemos visto que existen colectivos de docentes como *Teachers for Future* que trabajan en el desarrollo de propuestas didácticas para aumentar el peso que adquiere el cambio climático y el desarrollo sostenible en el currículum de Educación Primaria. Sin embargo, es importante señalar que esta cuestión debe ser atajada por los gobiernos de los países con el objeto de alcanzar un consenso global para introducir esta enseñanza en el currículo escolar. Para ello, cabe destacar la importancia de la formación docente en materia de cambio climático. Como hemos visto, los maestros⁵ son ese elemento de unión entre los datos científicos y la enseñanza de estos contenidos.

Los resultados obtenidos afirman que la mayoría de los encuestados manejan los conceptos básicos en materia de cambio climático. Sin embargo, este conocimiento es insuficiente y, a pesar de estar incluido en la guía docente de la asignatura, los encuestados siguen teniendo dificultades para comprender las diferencias entre conceptos. Aunque es cierto que no encuentran complicaciones a la hora de identificar las principales ventajas de *SOS Explorer* y que consideran la herramienta un recurso atractivo para la enseñanza del cambio climático.

La sesión que se ha desarrollado mejora los conocimientos teóricos de los participantes y permite identificar *SOS Explorer* como una herramienta útil y efectiva para demostrar el cambio climático. De esta manera, es posible incidir en los tres pilares de la competencia climática que establecían Ferrari et. al (2019): aprender a conocer (formación docente), aprender a ser (creación de conciencia medioambiental) y aprender a hacer (actuación como docentes).

⁵En general, la educación.

En definitiva, este estudio demuestra que la formación de los futuros docentes actualmente es insuficiente y no disponen de herramientas útiles para enseñar estos contenidos en el aula. En concreto, evidencia la importancia de avanzar hacia un consenso global que introduzca la enseñanza del cambio climático en el currículum español, no solamente para mejorar la formación de los futuros docentes, sino del público general.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona (2019) *Qué es el efecto invernadero* https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/que-es-el-efecto-invernadero/?_adin=02021864894
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1,(1-10).
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1976). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo (Vol. 3). México: Trillas.
- Bloom, B. (1956) *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals* [Taxonomía de los objetivos educativos: clasificación]. Longman.
- Broecker, W. (1975) Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? (Vol. 189) pp. 460-463 DOI: 10.1126/science.189.4201.460
- Comisión Europea (30 de septiembre 2020) Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027 Adaptar la educación y la formación a la era digital. [Archivo PDF] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624&from=EN>
- DECRETO 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León 25 de julio 2016. Conserjería de Educación.
- Delors, J. (1996.) “Los cuatro pilares de la educación” en La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.
- Ferrari-Lagos, E., Martínez-Abad, F., y Ruíz, C. (2019). Education to mobilize society for Climate Change action: The Climate competence in education. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362853>
- Fuertes, M. Á., Andrés, S., Corrochano, D., Delgado, L., Herrero-Teijón, P., Balleger, A. M., Ferrari-Lagos, E., Fernández, R., y Ruiz, C. (2020). Climate change education: A proposal of a category-based tool for curriculum analysis to achieve the climate competence. *Education in the Knowledge Society*, 21, 81–813. <https://doi.org/10.14201/eks.21516>
- García, F. Ó., y López Hernández, F. (2015). Influencia de las Tic en el aprendizaje significativo. *Universidad Internacional de La Roja*, (55).
- Global Climate Change NASA (9 junio 2022) *The causes of Climate Change* [Las causas del cambio climático]. <https://climate.nasa.gov/causas/>

- Gobierno de España (2021) Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. [Archivo PDF] https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/160621Plan_Recuperacion_Transformacion_Resiliencia.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2013) *Ficha informativa del IPCC: ¿Qué es el IPCC?* [Archivo PDF] https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/04/FS_what_ipcc_es.pdf
- Junta de Castilla y León (28 abril 2021) *Estrategia de Investigación e Innovación para una especialización inteligente (RIS3) de Castilla y León 2021-2027*. [Archivo PDF] <file:///Users/inesgarcia Bohorquez/Downloads/RIS3-CyL-vWeb,0.pdf>
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. *Boletín Oficial del Estado*, 121, 21 de mayo de 2021 <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 295, 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8>
- Martínez, F. G. (2005). *Teorías del desarrollo cognitivo*. McGraw-Hill.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f) *Qué es el cambio climático*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/>
- Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate Change Education in the Context of Education for Sustainable Development: Rationale and Principles. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 4–26. <https://doi.org/10.1177/0973408215569109>
- Naciones Unidas (2021) *Glasgow Climate Pact* [Pacto clima Glasgow] https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf
- Naciones Unidas (ONU), *Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)*, 12 Diciembre 2015, [Archivo PDF] https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Navarro, G. M. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (83), 252-277.

NOAA Science on a Sphere (2021) *SOS Explorer* (version 1.11) [aplicación móvil]
 Google Play Store.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=gov.noaa.sosexplorer&hl=es&gl=US>

NOAA. (s. f.). *SOS Explorer*®. Science On a Sphere. Recuperado 2 de mayo de 2022, de
<https://sos.noaa.gov/sos-explorer/>

ONU: *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Río de Janeiro, 21 de marzo 1994. Serie de tratados de las Naciones Unidas [Archivo PDF]
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Panel Intergubernamental sobre Cambio climático (2021). *Climate change 2021. The physical science basis. Summary for policymakers*. [Cambio climático 2021. La base física de la ciencia. Resumen para los responsables políticos] Cambridge University Press.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf

PNUMA (2021) *Informe anual de 2021*. Archivo PDF]
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP_AR2021_S_P.pdf

Resolución 70/1 [Asamblea General de las Naciones Unidas] Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Septiembre de 2015. [Archivo PDF]
https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S

Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., & Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Journal of Botany*, 2012, 1–26. <https://doi.org/10.1155/2012/217037>

Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., y Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Journal of Botany*, 2012, 1–26. <https://doi.org/10.1155/2012/217037>

Stevenson, R. B., Nicholls, J., y Whitehouse, H. (2017). What Is Climate Change Education? *Curriculum Perspectives*, 37(1). <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>

Teachers for Future Spain (s.f) Propuesta de currículo para una educación ecosocial frente a la emergencia climática. [Archivo PDF]
<https://teachersforfuturespain.org/propuesta-curriculo/>

10. ANEXOS

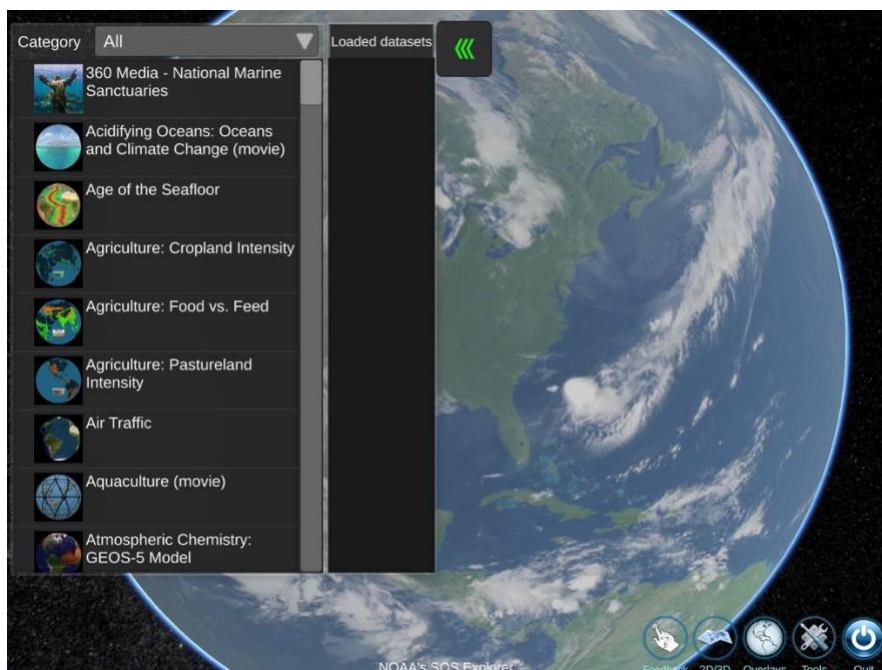
Anexo I. Imágenes SOS Explorer

Figura 9



Nota. Adaptado de About SOS Explorer [Fotografía] por Science On a Sphere NOAA (2022) <https://sos.noaa.gov/sos-explorer/about/>

Figura 10



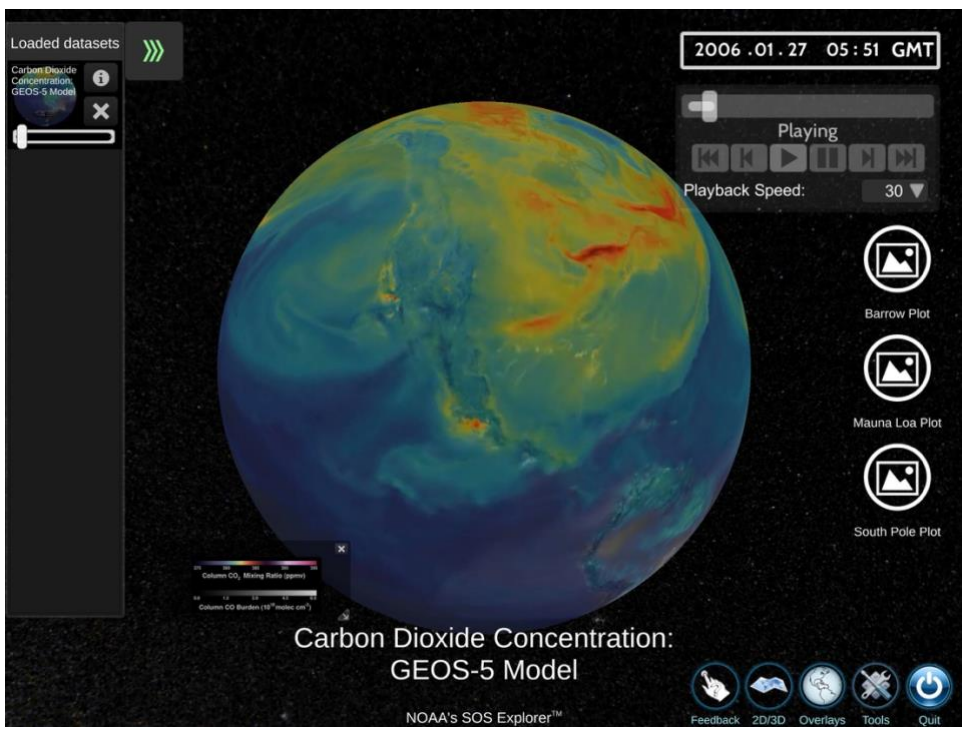
Nota. Interfaz de la aplicación *SOS Explorer*. [Captura de pantalla] Aplicación *SOS Explorer*. Disponible en *Google Play Store*.

Figura 11



Nota. Vídeo tráfico aéreo de la aplicación *SOS Explorer*. [Captura de pantalla] Aplicación *SOS Explorer*. Disponible en *Google Play Store*.

Figura 12



Nota. Vídeo concentración dióxido de carbono de la aplicación *SOS Explorer*. [Captura de pantalla] Aplicación *SOS Explorer*. Disponible en *Google Play Store*.

Anexo II. Práctica de la sesión

Componentes del grupo:

Bloque 1: El cambio climático.

Hemos visto que existe un problema global “el cambio climático” que influye sobre la Tierra y afecta a todas las especies que habitan en el planeta, entre ellas, el ser humano. Observa el siguiente vídeo (Hot air: atmosphere and climate change) y responde a las siguientes cuestiones.



Hot Air: Atmosphere and Climate Change

[Home](#) » [Catalog](#) » [Datasets](#) » [Hot Air: Atmosphere and Climate Change](#)

Details

Added to the Catalog
15 Sept. 2014

Available for
[SOS](#) [Explorer](#)

Categories
Air: Chemistry, Temperature Change

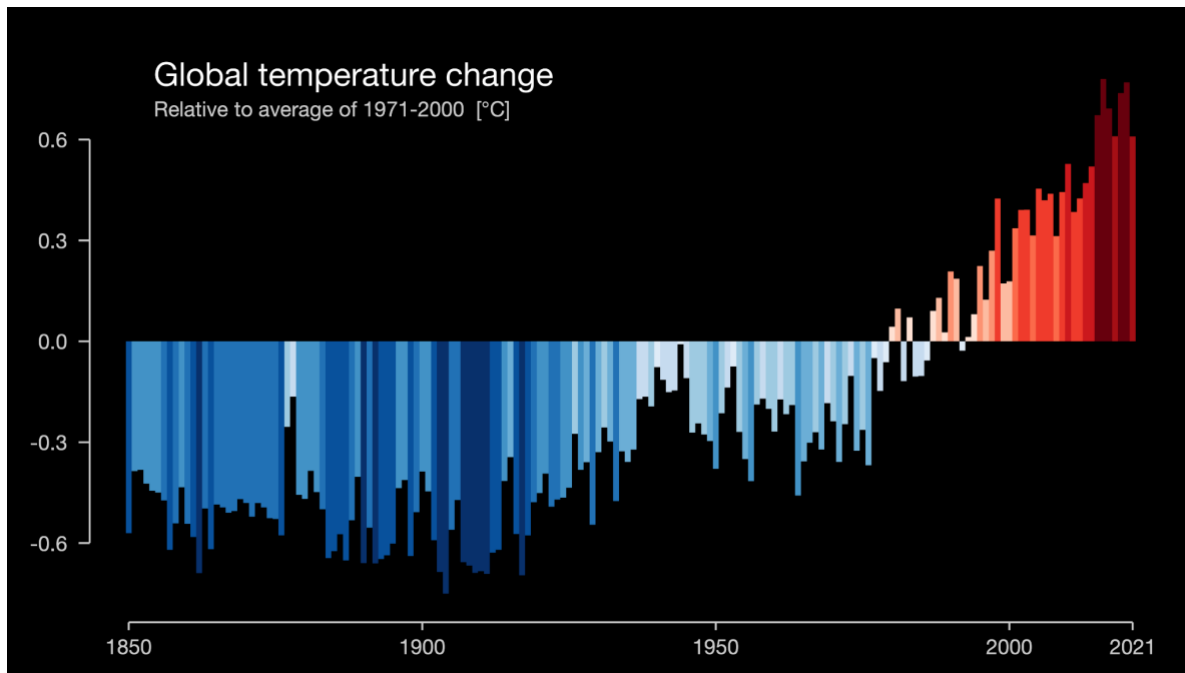
Keywords
Atmosphere, Carbon Dioxide, Extras, Global Warming

Download
[Dataset Files \(FTP\)](#)
[Video \(Download\)](#)
[Image \(Download\)](#)

¿Qué ocurre con las partículas de CO₂ que encontramos en la atmósfera? ¿Cómo lo explica en el vídeo?

El vídeo muestra un gráfico de la temperatura desde 1880 hasta 2012. ¿Cómo utilizarías este gráfico para explicar a una clase de 5º de Educación Primaria el cambio climático? Diseña brevemente la sesión con las actividades que realizarías.

Explica el siguiente gráfico utilizando alguno de los conceptos trabajados (cambio climático, clima, tiempo atmosférico, efecto invernadero...). ¿Cuál es el título del gráfico? ¿Qué indica cada uno de los ejes del gráfico? ¿Qué representan los colores?



Bloque 2: Causas del cambio climático

Como hemos visto, la actividad humana es el principal motivo del cambio climático. Busca este vídeo (Human Transportation) en la aplicación SOS Explorer.

¿Qué causa que hemos explicado representa este vídeo? Explica qué indican las líneas de colores. ¿En qué zonas predominan las líneas rojas? ¿Y las azules? ¿Y las líneas verdes/amarillas? Puedes buscar información en la web Science On a Sphere.



Human Transportation

[Home](#) » [Catalog](#) » [Datasets](#) » [Human Transportation](#)

Details

Added to the Catalog
17 Sept. 2015

Available for
SOS Explorer

Categories

People: Transportation, Energy

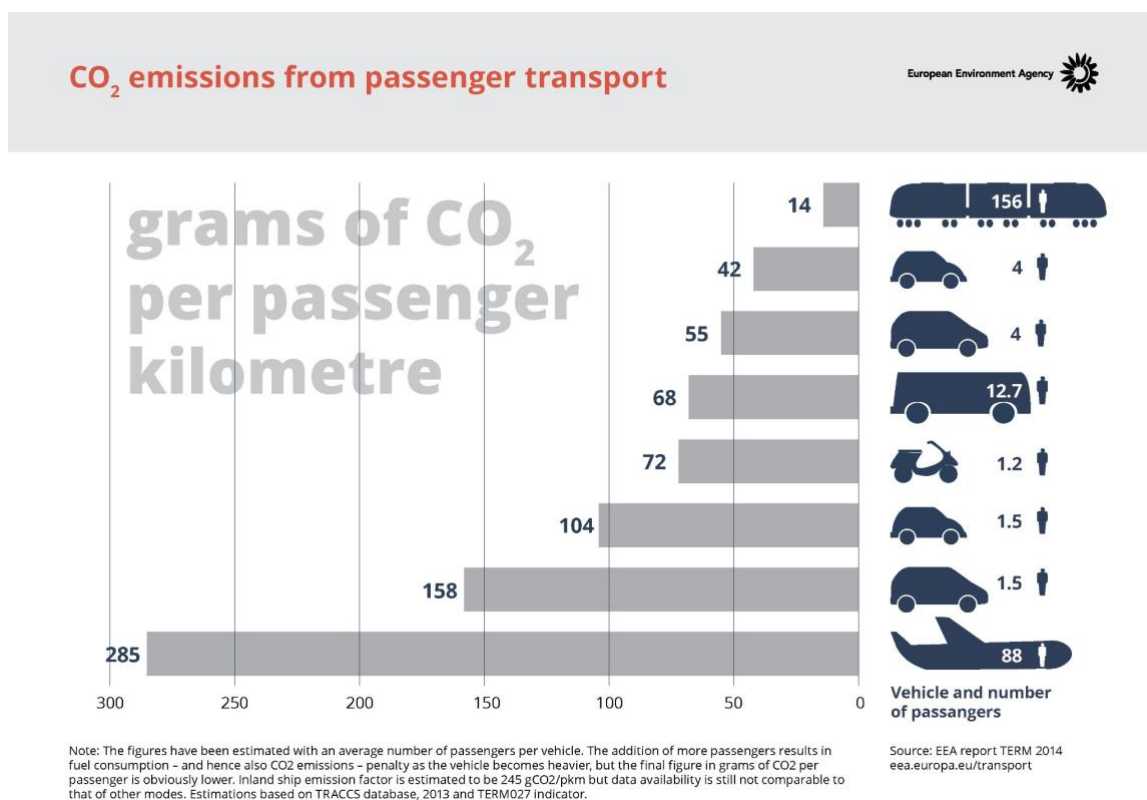
Keywords
Air Traffic, Globalization, Human Activity, Nighttime Lights, Population, Roads, Shipping Routes, Transportation

Download
[Dataset Files \(FTP\)](#)
[Video \(Download\)](#)
[Image \(Download\)](#)

¿Qué relación existe entre el transporte humano y el cambio climático?

El siguiente gráfico muestra los gramos de dióxido de carbono que se emiten a la atmósfera **por cada pasajero** en diferentes medios de transporte. Es decir, si en un coche viajan cuatro personas, cada una de ellas emite 42 gramos de dióxido de carbono a la atmósfera.

Calcula cuántos gramos de dióxido de carbono emiten los 87000 vuelos diarios si cada vuelo cuenta con 88 pasajeros. (Utiliza el gráfico para resolver el problema)



Investiga qué es la huella de carbono. Calcula tu huella de carbono en el siguiente [enlace](#). (Te llevará 3 minutos completar el test)

¿Qué es el ciclo del plástico? Describe las etapas. ¿En qué etapas se contamina al medio ambiente y por qué?

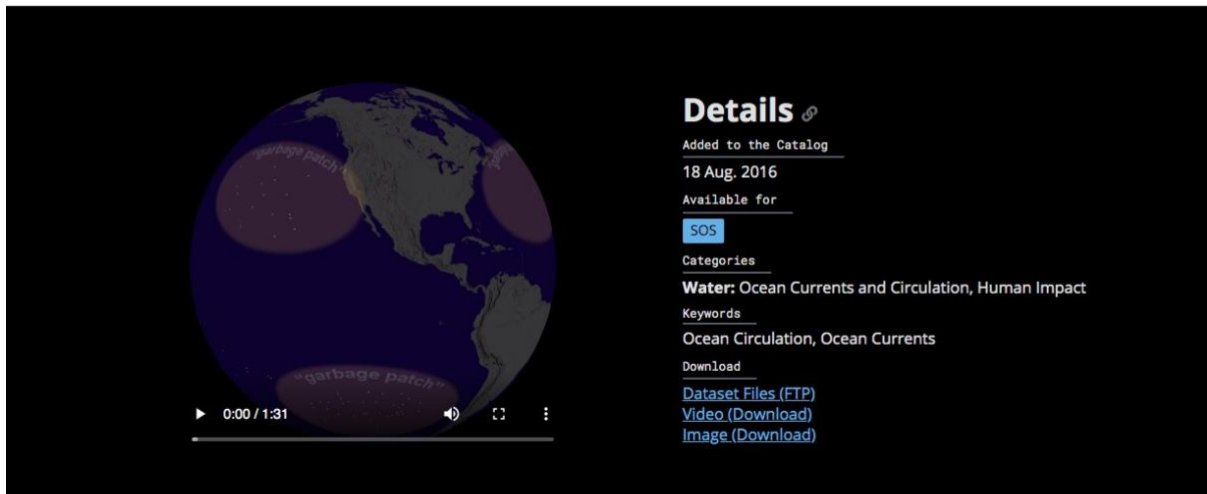
Identifica el tipo de material de los objetos que habéis traído y el tiempo que tarda en degradarse.

<i>Objetos</i>	<i>Tiempo que tarda en degradarse</i>	<i>Tipo del material</i>

Observa el siguiente vídeo (*Marine Debris: Garbage Patch Experiment*) y utiliza los comandos (zoom, giro...) para analizar con atención el fenómeno.

Marine Debris: Garbage Patch Experiment (movie)

[Home](#) » [Catalog](#) » [Datasets](#) » [Marine Debris: Garbage Patch Experiment \(movie\)](#)



The screenshot shows a video player interface. On the left, a globe displays several circular regions labeled 'garbage patch' in the North and South Pacific. The video progress bar at the bottom indicates 0:00 / 1:31. On the right, a 'Details' sidebar contains the following information:

- Added to the Catalog**: 18 Aug. 2016
- Available for**: SOS
- Categories**: Water: Ocean Currents and Circulation, Human Impact
- Keywords**: Ocean Circulation, Ocean Currents
- Download**: Dataset Files (FTP), Video (Download), Image (Download)

¿Qué son los puntos que se observan en el mar? ¿Por qué realizan movimientos circulares? Explica por qué los puntos están repartidos por toda la superficie marítima y se van concentrando en ciertas zonas.

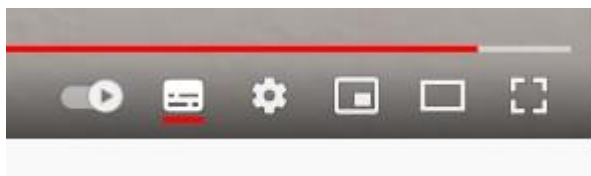
Finalmente, haz varias capturas de pantalla durante el vídeo para realizar una secuencia lógica en la que se observe cómo se van juntando todos los residuos. Describe cómo utilizarías la secuencia para explicar este fenómeno a un grupo de alumnos de 6º de Educación Primaria.

Utiliza este vídeo para comprender el fenómeno:

TRASH TALK: What is the Great Pacific Garbage Patch?

Para traducir el vídeo:

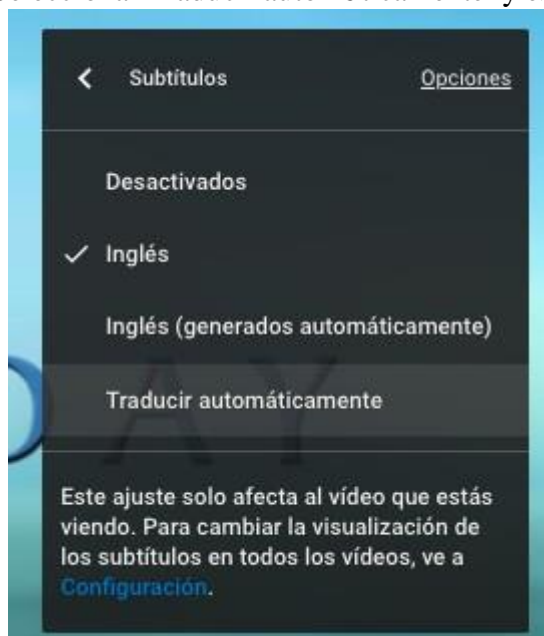
Selecciona el botón “Subtítulos”.



Selecciona la rueda de “Configuración”.

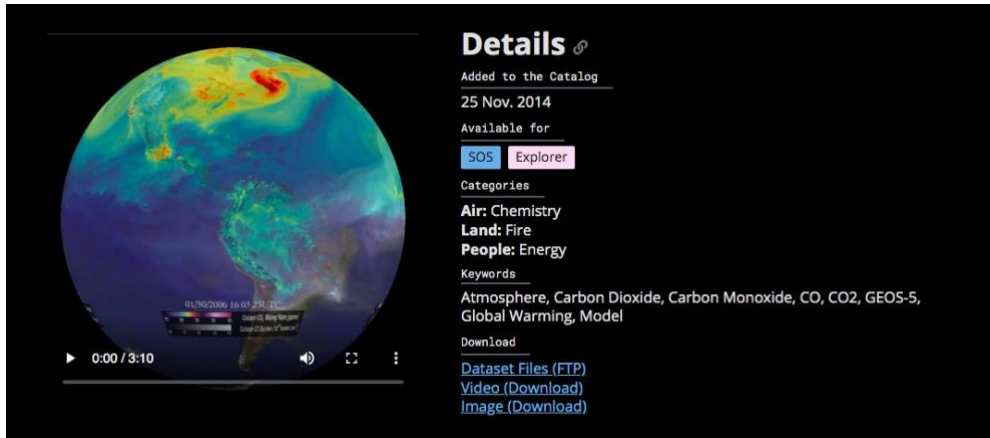


Selecciona “Traducir automáticamente” y escoge “Español”.



Bloque 3: Consecuencias del cambio climático

Como hemos visto, la actividad humana emite una gran cantidad gases de efecto invernadero a la atmósfera lo cual aumenta la temperatura del planeta Tierra. Busca el vídeo sobre la concentración de dióxido de carbono (Carbon Dioxide Concentration: GEOS-5 Model) y responde a las siguientes preguntas.



¿Qué representa la leyenda de colores? ¿En qué meses sucede la disminución de CO2 en el hemisferio norte? ¿Por qué?

¿Por qué hay una pequeña vibración (color blanco) que se observa repetidamente en el globo terráqueo de derecha a izquierda?

¿Por qué en África aparece una gran emisión de CO2 siendo zonas con poca población?

Mira las emisiones del hemisferio norte y observa en qué época del año se producen, ¿por qué crees que ocurre esto?

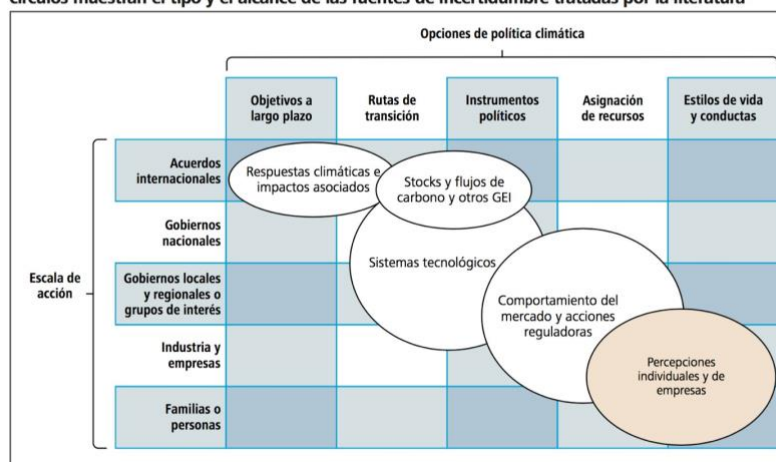
¿Qué continentes generan mayor emisión de CO2? Ordena de mayor a menor.

Bloque 4: Soluciones para frenar el cambio climático

Hemos visto qué es el cambio climático, cuáles son sus causas y consecuencias utilizando la herramienta SOS Explorer. Sin embargo, a pesar de que la situación es irreversible, aún podemos mejorar el destino del planeta. Para resolver este problema debe existir una toma de decisiones en diferentes niveles: internacional, nacional, regional, individual...

Profesores de primaria: Cómo ayudar

Figura 1. Taxonomía de los niveles de toma de decisiones y de las opciones de política climática. Los círculos muestran el tipo y el alcance de las fuentes de incertidumbre tratadas por la literatura



Fuente: IPCC, 2014: 159

La imagen situada arriba muestra el tipo y el alcance de las tomas de decisiones que pueden llevarse a cabo en cada uno de esos niveles. Presenta una solución específica para la esfera “percepciones individuales y de empresas” que corresponde a las acciones que podemos llevar a cabo en nuestra vida cotidiana.

Utiliza el siguiente póster sobre “Recreo: residuo cero” como ejemplo. Debes incluir: definición del problema, objetivos, público, estrategia, recursos y solución.

RESIDUO CERO



THE GLOBAL GOALS

Nombres alumnos del grupo
Nombre de la Universidad o Escuela

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los residuos plásticos aumentan exponencialmente pero no se están reciclando en forma y cantidad suficientes (en Europa el 42% ni siquiera llegan a las plantas de reciclado) y muchos terminan en el mar. Se sitúan en las costas y forman enormes concentraciones superficiales oceánicas cuyas imágenes han servido para despertar la conciencia pública del problema que representan.



Alumnos y profesores de los colegios de Castilla y León

OBJETIVOS



- 1- Reducir los residuos plásticos que se generan durante el recreo en los centros educativos
- 2- Concienciar al alumnado de la repercusión de sus acciones individuales en problemas globales.
- 3- Generar una dinámica sostenible en la comunidad educativa
- 4-
- 5-

PÚBLICO

ESTRATEGIA



Vamos a solicitar a los alumnos que traigan el bocadillo para el recreo en tupperes o botellas de agua de aluminio reduciendo el uso de plásticos o materiales no reciclables.

Además, vamos a calcular en cuánto se reduce el porcentaje de residuos en el centro educativo.

También, vamos a establecer unas sesiones para concienciar sobre la importancia de una alimentación sostenible y qué alimentos contaminan menos a la atmósfera.

SOLUCIÓN

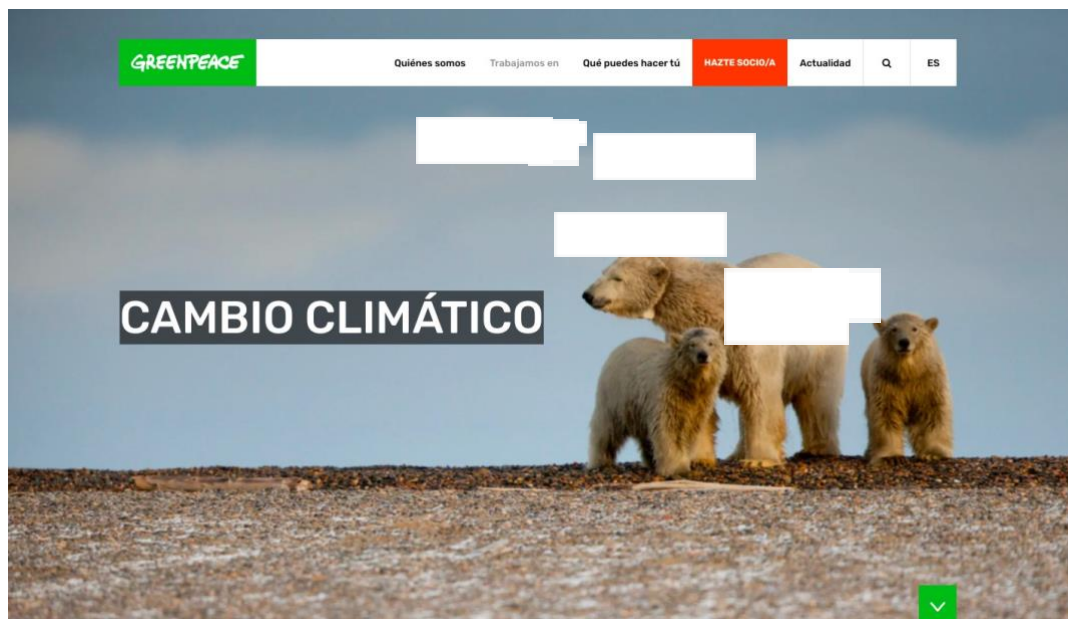
- Reducción del consumo de plásticos de un solo uso y otros contaminantes de difícil reciclaje.
- Mayor concienciación sobre el desperdicio alimentario.
- Fomento de una alimentación más saludable y un mayor consumo de fruta.
- Contextualización e interdisciplinariedad de los aprendizajes
- Refuerzo positivo por los logros colectivos
- Implicación de toda la comunidad Educativa en la reducción de la huella ambiental del centro.
- Progresos hacia una gestión sostenible del centro.
- Fomento de hábitos de compras y consumo más reflexivos y responsables, buscando opciones más sostenibles.

RECURSOS

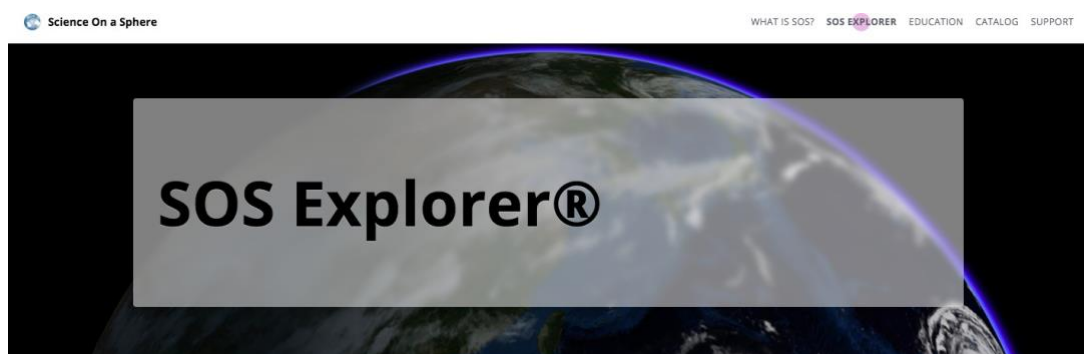
- Sesiones formativas.
- Profesionales formados en materia de cambio climático.
- (...)

Algunas páginas web que puedes utilizar para resolver la práctica:

[Cambio climático | Causas, consecuencias y soluciones - ES | Greenpeace España](#)

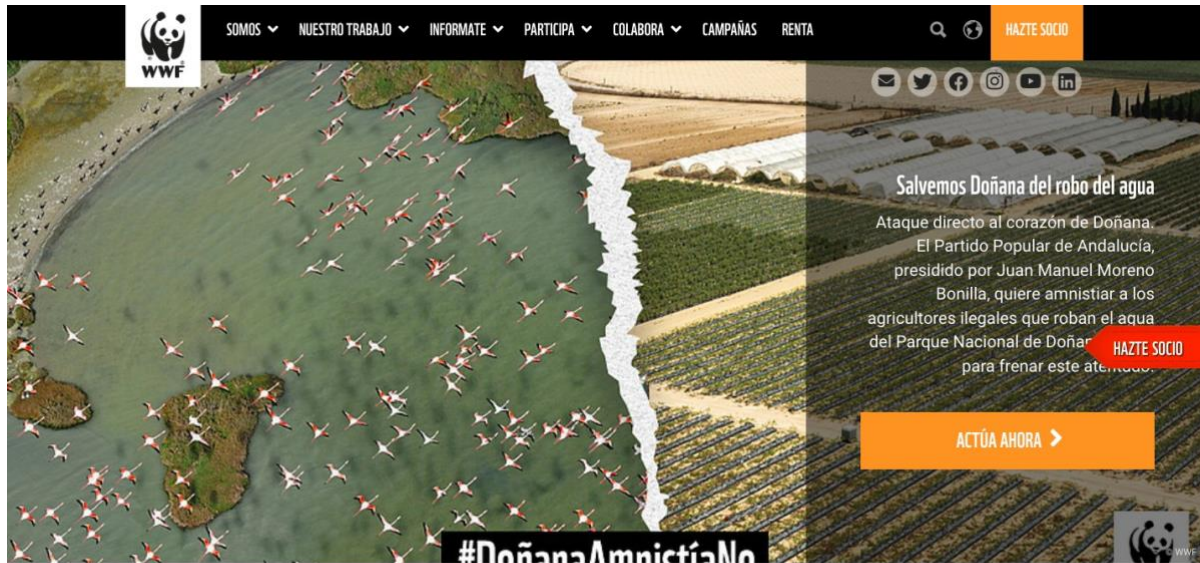


[SOS Explorer® - Science On a Sphere](#)



SOS Explorer® (SOSx) is a flat screen version of the widely popular Science On a Sphere® (SOS). The revolutionary software takes SOS datasets, usually only seen on a 6-foot sphere in large museum spaces, and makes them more accessible. The visualizations show information provided by satellites, ground observations and computer models.

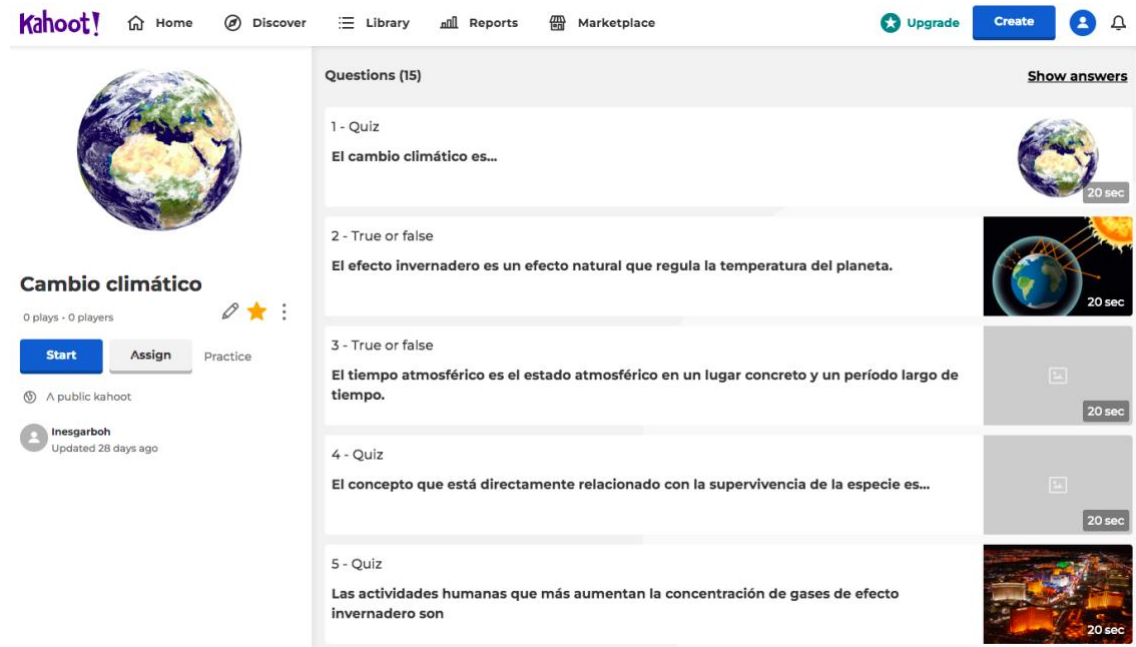
There are two versions available. SOS Explorer® is an exhibit-quality version and SOS Explorer® Mobile is a free introductory version.



Más temas de actualidad sobre nuestro trabajo en defensa de la naturaleza

Anexo III. Cuestionario *Kahoot*

Figura 13



Nota. Cuestionario de la web *Kahoot* www.kahoot.com [Captura de pantalla] Disponible en <https://create.kahoot.it/share/cambio-climatico/841a7c90-3ae6-4453-9e8d-5dbcc97f1285>

