



# Los mapas conceptuales: Una herramienta educativa para hacer frente al cambio climático y a la crisis socioambiental global

Jaime Carrascosa Alís, Daniel Gil Pérez y Amparo Vilches Peña

Facultat de Magisteri, Universitat de València, España

[Recibido: 19 abril 2024, Revisado: 19 junio 2024, Aceptado 23 julio 2024]

**Resumen:** Desde la didáctica de las ciencias se ha puesto de manifiesto la necesidad de una visión global de los problemas y soluciones interrelacionados que caracterizan la situación de emergencia planetaria. Sin embargo, en la generalidad de trabajos publicados, se echan en falta instrumentos que contribuyan a la visión holística para evitar adquisiciones dispersas y lograr visualizar, de manera global, las relaciones existentes entre factores claves. Para hacer frente a esta disfunción, se ha propuesto la elaboración de mapas conceptuales a los participantes en cursos y talleres dirigidos al profesorado en formación y en activo, así como a colectivos ciudadanos. Los resultados obtenidos permiten concluir que la elaboración y discusión colectiva de dichos mapas contribuyen a establecer la vinculación de los problemas socioambientales y a comprender la necesidad de su tratamiento conjunto, para sintetizar, clarificar y reforzar los conocimientos adquiridos.

**Palabras clave:** cambio climático; crisis socioambiental; mapa conceptual; Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## Concept maps: an educational tool to address climate change and the global socio-environmental crisis

**Abstract:** Science education has highlighted the need to tackle the current climate emergency from a holistic perspective. However, little of the research in this area focuses on creating the tools necessary to visualise the interrelations between the factors responsible and provide a more connected understanding of the crisis. The aim of this study is to address this void using concept maps. Participants in courses and workshops for teachers in training, in-service teachers and members of civic groups were asked to create concept maps. The creation and group discussion of these maps was found to help participants to understand the relationship between social and environmental issues and the need to consider them together, thus enable them to synthesise, clarify and reinforce their acquired learning more effectively.

**Keywords:** climate change; socioenvironmental crisis; concept map; Sustainable Development Goals.

Para citar el artículo. Carrascosa Alís, J., Gil Pérez, D. y Vilches Peña, A. (2024). Los mapas conceptuales: Una herramienta educativa para hacer frente al cambio climático y a la crisis socioambiental global. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 8(2), 53-65. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2024.8.2.10683>

Contacto. [jaime.carrascosa@uv.es](mailto:jaime.carrascosa@uv.es); [daniel.gil@uv.es](mailto:daniel.gil@uv.es); [amparo.vilches@uv.es](mailto:amparo.vilches@uv.es)

## **La creciente atención de la educación al cambio climático antropogénico y a la crisis socioambiental planetaria**

A finales del siglo XX, el conocimiento e interés de docentes y de la ciudadanía en general con respecto al Cambio Climático Antropogénico (en lo que sigue CCA), y otros problemas que están contribuyendo a la degradación ambiental, eran todavía bastante escasos, como se pudo constatar en diferentes investigaciones con docentes en activo y en formación (Gil Pérez, Gavidía, Vilches y Edwards, 1999). Actualmente, sin embargo, la atención a esta problemática se ha generalizado en las publicaciones de educación científica, en las que se puede acceder a innumerables artículos de interés sobre la naturaleza de dicho cambio, sus causas, consecuencias y estrategias para hacerle frente (Carrascosa, 2024; De Rivas, Vilches y Mayoral, 2024; Gil-Pérez, Vilches, Edwards, Praia, Marques y Oliveira, 2003; Flavin, 2008; Musolino y Auth, 2014; Reid, 2019). Merece la pena referirse, a este respecto, a la revisión de cerca de mil artículos científicos en los que se trata el cambio climático, realizada a principios de este siglo por la investigadora Naomi Oreskes (2004). Esta revisión le permitió constatar que ninguno de esos trabajos cuestionaba la realidad del cambio climático actual ni su origen antrópico, es decir, asociado a acciones humanas como, entre otras, la quema de combustibles fósiles; algo que contrastaba con el negacionismo y las dudas frecuentemente expresadas en los medios de comunicación.

Son también muy numerosos los libros y capítulos de libros que presentan fundamentadas síntesis de las investigaciones realizadas sobre el cambio climático y demás problemas socioambientales a los que se enfrenta hoy la humanidad. Se trata de publicaciones dirigidas a docentes de los diferentes niveles (desde la enseñanza primaria a la universitaria) y también, más en general, a quienes se interesan por una problemática que afecta al conjunto de la ciudadanía y concita por ello la atención –además de las comunidades científicas y educativas– de responsables políticos, asociaciones sindicales y empresariales, y medios de comunicación. Cabe citar, como uno de los primeros estudios rigurosos, “Nuestro futuro común”, también conocido como “Informe Brundtland”, fruto colectivo de la Comisión Mundial del Medio Ambiente (1987), así como los sucesivos informes del Panel intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, 1988-2023). Y pueden consultarse muchísimos otros libros, como, por ejemplo, “Algo nuevo bajo el Sol” (McNeil, 2003); “Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia” (Vilches y Gil, 2003); “La última generación” (Pearce, 2007); “Nuestro reto climático” (Viñas, 2022); “La Recivilización. Desafíos, zancadillas y motivaciones para arreglar el mundo” (Valladares, 2023).

Así mismo, se han publicado estudios sobre los factores que influyen en los comportamientos frente a la problemática socioambiental (Rodríguez Loinaz, Antón, Etxabe Urbieto y Villarroel Villamor, 2023) y programas de actividades, puestos en marcha para trabajar esta problemática, tanto con estudiantes como con docentes y ciudadanía en general (Carrascosa, Martínez, Verdú, Osuna y Domènech, 2014; Gil Pérez y Vilches, 2005).

Ante esta abundancia de materiales cabe preguntarse por qué destacar la importancia de los mapas conceptuales, como se hace en el título de este trabajo, para el tratamiento de problemáticas como el desarreglo climático.

### **Utilidad educativa de los mapas conceptuales**

Somos conscientes de que los mapas conceptuales (que son diagramas gráficos necesariamente breves) no pueden competir con libros o artículos científicos en la explicación fundamentada de fenómenos tan complejos como el CCA. Pero el principal propósito de los mapas conceptuales es otro, complementario y también interesante: sintetizar, al

término del estudio de una problemática compleja, los conceptos clave manejados y permitir visualizar, de manera global, las relaciones existentes entre ellos.

Este tipo de síntesis es muy recomendable para evitar adquisiciones dispersas que favorecen el olvido de conceptos y vinculaciones esenciales. Ese es, pues, el objetivo fundamental de mapas conceptuales como el que se presenta en la **figura 1** y se completa con el **cuadro 1**. Ambos documentos se han elaborado como actividad de síntesis en talleres sobre el CCA destinados a la formación del profesorado de ciencias y diseñados con una orientación constructivista, es decir, concebidos para que quienes asisten a dichos talleres participen en la (re)construcción de los conocimientos que se pretenden enseñar (Carrascosa et al., 2014). Con este fin, los participantes distribuidos en pequeños grupos de 4 a 6 miembros abordan colectivamente las actividades propuestas por la persona responsable del taller, seguidas por ágiles puestas en común destinadas a clarificar y debatir las aportaciones de todos los grupos.

Los mapas conceptuales construidos por los distintos equipos tienen muchos puntos en común, pero también difieren inicialmente, tanto en su aspecto formal como en algunos de los elementos incluidos. La puesta en común permite a cada grupo incorporar en su diagrama modificaciones (inclusión de algún concepto clave olvidado o de alguna vinculación no destacada, etc.) sugeridas por los mapas conceptuales de los otros grupos o por las discusiones que tienen lugar.

Se hace patente así la potencialidad de la construcción colectiva de un mapa conceptual para superar posibles incomprendimientos, profundizar en las vinculaciones entre los conceptos manejados y, en definitiva, reforzar las adquisiciones. Para ejemplificar esta potencialidad, nos referiremos a continuación a algunos de los aspectos más debatidos en nuestros talleres (impartidos a docentes en formación y en activo, así como a diversos colectivos ciudadanos), lo que permitió la elaboración, como producto final de cada taller, de mapas conceptuales similares al que se presenta en la figura 1.

### **Aspectos a tener en cuenta en la elaboración de un mapa conceptual sobre la crisis climática**

La puesta en común de los mapas conceptuales elaborados, como actividad de síntesis, por los participantes en los cursos y talleres sobre cambio climático permite constatar que las primeras versiones suelen contener ya muchos elementos comunes. Por ejemplo, la mayoría de ellos comienzan, acertadamente, con una aclaración de qué se entiende por clima terrestre, antes de pasar a hablar de cambio climático. Ello permite distinguir entre clima y tiempo atmosférico, saliendo al paso de habituales confusiones al respecto que impiden comprender la relativa estabilidad de los climas regionales (y, por tanto, del global terrestre), pese a las continuas variaciones de los tiempos atmosféricos.

También en esos primeros mapas conceptuales –al igual que en el mostrado en la figura 1– se incluye una enumeración de los factores que determinan un clima: fundamentalmente el equilibrio energético que se establece, en cada región, entre radiación absorbida y emitida. Ello conduce a introducir y clarificar algunos conceptos claves, tales como efecto albedo y efecto invernadero, y a resaltar su papel positivo en la evolución y estabilización del clima terrestre en condiciones compatibles con la existencia de la biosfera, haciendo posible así el surgimiento de nuestra especie (evitando la errónea –pero frecuente– atribución del actual cambio climático al efecto invernadero, en vez de a su rápido aumento).

Y suele existir acuerdo inicial para distinguir entre las causas “naturales” y “antropogénicas” de los cambios climáticos y ocuparse brevemente de los cambios naturales (enormes,

pero generalmente lentos) que han tenido lugar a lo largo de los aproximadamente 4500 millones de años de existencia de nuestro planeta (Acot, 2005). Merece la pena mencionar algunas causas naturales relevantes (aunque no todas señaladas inicialmente por el conjunto de los grupos) como, entre otras:

- Los cambios en la corteza terrestre, cuya formación se inició hace unos 4000 millones de años.
- Las primeras fotosíntesis realizadas hace unos 3000 millones de años por las cianobacterias, a partir de CO<sub>2</sub> y agua, con la consiguiente liberación de oxígeno, lo que comenzó a modificar poco a poco la composición de la atmósfera existente.
- El impacto de gigantescos asteroides, así como la actividad volcánica, con capacidad para elevar a la atmósfera cantidades ingentes de polvo y oscurecer la Tierra, dificultando la fotosíntesis.

Y si bien alguna de estas causas, como la actividad volcánica, puede seguir contribuyendo puntualmente a modificar la atmósfera, existe pleno consenso científico en que la crisis climática actual tiene un origen claramente antrópico, asociada a las actividades de la especie humana, surgida hace apenas doscientos mil años como fruto de una larga y compleja evolución (los primeros organismos vivos en nuestro planeta se remontan a 3500 millones de años). Y aunque quepa lamentar que los seres humanos hayamos sido los causantes de esta grave situación, conviene insistir en que este origen antrópico ha de ser tanto o más tranquilizador que preocupante, puesto que deja en nuestras manos la posibilidad y responsabilidad de incidir en sus causas.

Hay consenso, pues, en referirse brevemente a estas causas naturales y centrar el mapa conceptual en el cambio climático antropogénico (CCA), es decir, en el provocado por las acciones humanas, tal como queda reflejado en el título del mapa conceptual de la figura 1: “El Cambio Climático Antropogénico como parte de la Crisis Socioambiental Planetaria”. Menos consenso inicial hay, sin embargo, en algo que resulta fundamental comprender y que queda explícito en ese mismo título: el CCA es tan solo una parte de un conjunto de graves problemas estrechamente vinculados, que se potencian mutuamente y que han conducido a la situación de emergencia planetaria que estamos viviendo. Esta es una de las discusiones más importantes que se plantea en el proceso de elaboración del mapa conceptual, porque hay una fuerte tendencia a considerar que “el principal problema al que nos enfrentamos” (y del que, por tanto, hay que ocuparse prioritariamente) es el del desajuste climático, cuyas consecuencias estamos ya padeciendo. Merece la pena recordar aquí la reflexión de Jared Diamond (2006), tras hacer referencia a una docena de graves problemas socioambientales:

“A menudo la gente pregunta: ¿Cuál es el principal problema medioambiental y demográfico al que se enfrenta el mundo en la actualidad? Una respuesta burlona podría ser: ¡El problema más importante es nuestro enfoque erróneo, que trata de identificar el problema más importante! Esa respuesta burlona es correcta en lo esencial, ya que si no resolvemos cualquiera de la docena de problemas sufriremos graves perjuicios; y también porque todos ellos se influyen mutuamente. Si resolvemos 11 de los doce problemas, pero no ese decimosegundo problema, todavía nos veríamos en apuros, con independencia de cuál fuera el problema que queda sin resolver. Tenemos que resolverlos todos” (Diamond, 2006, p. 645).

Es necesario, por tanto, hacer también referencia en el mapa conceptual al conjunto de estos graves problemas, tal como se hace en la figura 1 bajo el epígrafe “*Crisis socioambiental planetaria*”, indicando que, en síntesis, dicha crisis viene determinada por:

- Un crecimiento indefinido, tanto económico como demográfico, insostenible en un sistema finito como el planeta Tierra

- Una urbanización creciente y desordenada, junto al abandono del mundo rural
- El hiperconsumo depredador de una cuarta parte de la humanidad, que coexiste con la pobreza extrema de otra cuarta parte
- El agotamiento de recursos
- La contaminación pluriforme y sin fronteras
- La pérdida de diversidad biológica y cultural
- La degradación de ecosistemas
- Los conflictos bélicos (la actividad humana más contaminante y más destructora de recursos) ...
- Y por supuesto: el “desarreglo” caótico del clima

Es preciso abordar con algún detalle cada uno de estos problemas, con objeto de disponer de una visión holística de la actual situación de emergencia planetaria y poder plantear una transición a sociedades sostenibles, concebida como un conjunto de transiciones vinculadas que tomen en consideración todos y cada uno de los problemas (Gil Pérez y Vilches, 2023):

- Transición a un consumo sostenible y universalmente accesible
- Transición a una economía circular que utilice los residuos como recursos
- Transición energética para abandonar los combustibles fósiles y pasar a energías limpias y renovables
- Transición urbana y rural
- Transición demográfica
- Transición desde el antropocentrismo al biocentrismo, para la protección de la biodiversidad
- Transición desde la uniformización cultural forzada a la protección de la diversidad cultural
- Transición científico-tecnológica (y transición laboral asociada)
- Transición en la gobernanza, para lograr la universalización de los Derechos Humanos, la paz y una seguridad compartida
- Transición educativa que impulse la Educación para la Sostenibilidad

Este conjunto de transiciones queda plenamente recogido en los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** (ODS) que se reproducen en la figura 1. Constituyen 17 grandes objetivos, con 169 metas concretas, concebidos para superar el conjunto de graves problemas que afectan a la humanidad y conseguir la universalización de todos los Derechos Humanos, sin discriminaciones de ningún tipo. Estos objetivos fueron el fruto de un trabajo interdisciplinar intenso de más de dos años, impulsado por Naciones Unidas en 2012, en el que participaron colectivos científicos, docentes, ONG, representantes sindicales y empresariales, etc. Fueron aprobados en 2015 por la Asamblea General de Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2015). El objetivo 13 está dedicado a “Acción por el clima”, pero es preciso insistir, una vez más, en que, según el más amplio consenso científico, afrontar de forma efectiva el cambio climático o cualquier otro de los graves problemas socioambientales mencionados exige avanzar con urgencia y de forma simultánea en el logro de todos los ODS, dada la estrecha vinculación existente entre ellos. Esa necesidad queda plasmada en el mapa conceptual de la figura 1; y en el cuadro 1 se incluye el vínculo que permite acceder a cada uno de los 17 ODS y a todas las 169 metas concretas (<https://www.un.org/sustainable-development/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>). Su inclusión en el mapa conceptual resulta obligada, respondiendo a la importancia adquirida en la formación docente por las

tendencias actuales de una educación orientada a promover la sostenibilidad, para hacer frente a la actual situación de emergencia planetaria (Gil Pérez y Vilches, 2023).

Llegados a este punto, suele plantearse por algunos de los grupos una cuestión bastante lógica: si es tan importante ir más allá del cambio climático y tomar en consideración otros problemas socioambientales relevantes (todos ellos vinculados), ¿no convendría elaborar un mapa conceptual de la crisis socioambiental global?, ¿por qué solo del cambio climático?

### **¿Mapa conceptual sobre el cambio climático o sobre la crisis socioambiental planetaria?**

Intentaremos justificar que la respuesta a esta pregunta no ha de ser optar por un mapa conceptual sobre el cambio climático o por uno sobre la crisis socioambiental global, puesto que ambos son útiles (por no decir necesarios) y están relacionados.

Por lo que respecta a un mapa conceptual sobre el cambio climático, conviene tener presente que actualmente la atención mediática, ciudadana, política, e incluso educativa se centran prioritariamente en la crisis climática, debido a que algunos de sus preocupantes efectos son ya muy visibles. Buena prueba de ello es la mencionada abundancia de libros y artículos de divulgación, conferencias, talleres y cursos sobre cambio (o, si se prefiere, desarreglo o caos) climático. Conviene, obviamente, responder a la demanda social de atención al mismo, pero no para reforzar el reduccionismo causal que lleva, a menudo, a olvidar el resto de los problemas que están contribuyendo a la crisis socioambiental planetaria, dificultando, como ya se ha señalado, el poder afrontar de forma realmente efectiva el desarreglo climático (o cualquiera del resto de problemas interrelacionados). El contenido de nuestros cursos, talleres y charlas sobre CCA pretende, por el contrario, conducir a una visión holística de ese conjunto de problemas estrechamente vinculados, cuyo tratamiento exige un conjunto de medidas tecnocientíficas, político-económicas y educativas, sintetizadas en los ODS. Como intenta reflejar el mapa conceptual de la figura 1, partimos del CCA para llegar a una visión global de la crisis socioambiental planetaria, una metodología consistente en ir de lo particular a lo general, frecuente en muchos trabajos científicos.

Como es lógico, la visión global queda mejor y más fácilmente sintetizada en un diagrama explícitamente dedicado al conjunto de problemas socioambientales. De hecho, el enfoque que se propone para abordar el estudio de la situación de emergencia planetaria ha sido, en general, holístico, como queda reflejado en investigaciones y cursos de formación del profesorado de ciencias, que se remontan a finales del siglo XX y que se han recogido en numerosas contribuciones. En algunas de estas publicaciones se incluía ya un mapa conceptual y un cuadro complementario, con el título “Una situación de emergencia planetaria. Problemas, desafíos y soluciones” (Gil Pérez et al., 1999). Es obligado señalar que, en las primeras versiones, la atención al cambio climático era reducida: solo aparecía mencionado brevemente, como un problema más, junto a la lluvia ácida o a la destrucción de la capa de ozono, que en aquel momento preocupaban más a la comunidad científica y la sociedad. Y, por supuesto, al hablar de las posibles soluciones no aparecían los ODS, que hoy nos parece esencial incluir, pero que empezaron a ser elaborados años más tarde (en 2012) y fueron aprobados en 2015. Tocamos aquí un aspecto fundamental de los mapas conceptuales: han de ser concebidos como un instrumento en construcción destinado a evolucionar, es decir, a ser actualizados para ir incorporando los progresos logrados en la comprensión de la problemática estudiada. En la **figura 2** y el **cuadro 2** se reproduce una versión actualizada del mapa conceptual dedicado a la situación de emergencia planetaria.

## Conclusiones y perspectivas

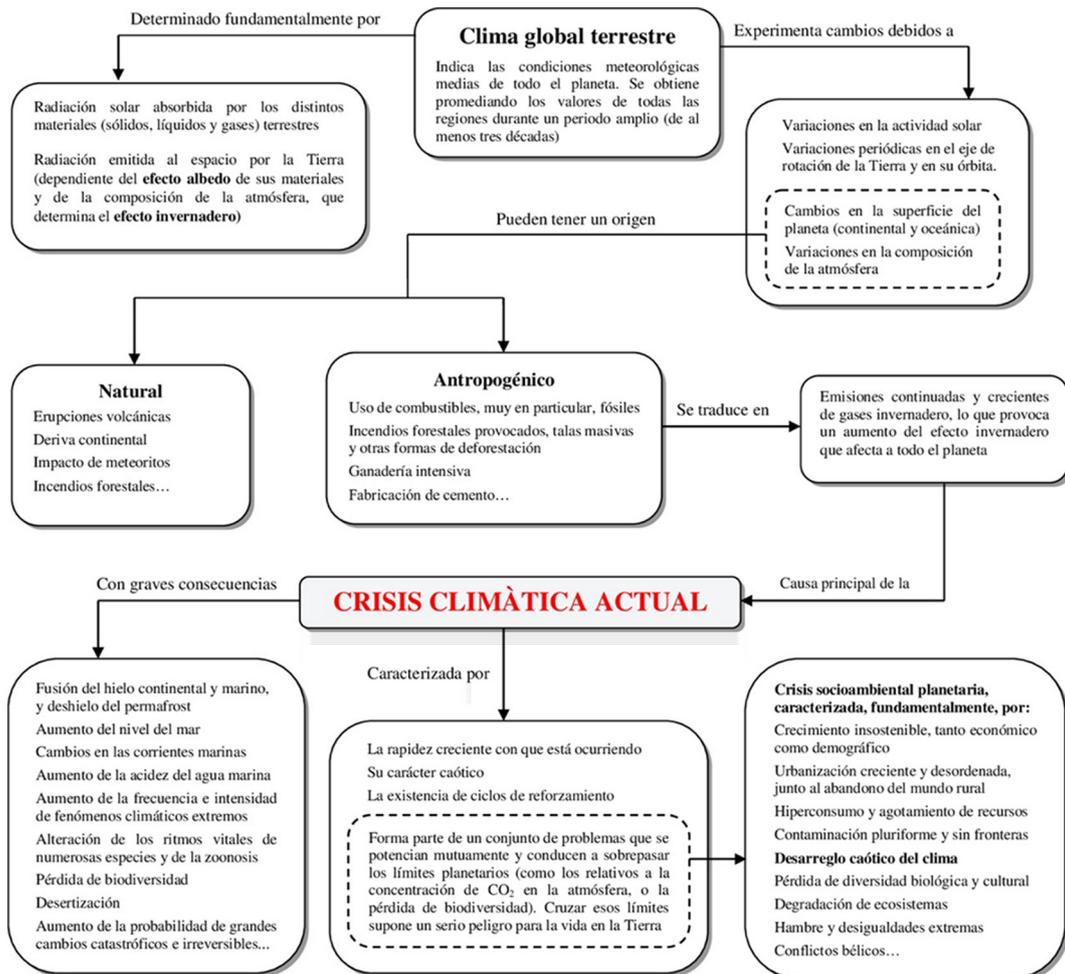
Los resultados alcanzados en talleres y cursos de formación del profesorado de ciencias permiten concluir que, tanto si se parte del estudio de la crisis climática, como si se aborda la situación más general de la actual emergencia planetaria, la elaboración y discusión colectiva de mapas conceptuales pueden contribuir a establecer la vinculación del conjunto de problemas socioambientales y a comprender la necesidad del tratamiento conjunto de todos ellos, tal como plantean los ODS. Dicho de otro modo: si bien parece lógico centrar el taller, desde el inicio, en el estudio del conjunto de problemas socioambientales que determinan la situación de emergencia planetaria, en ocasiones resulta más efectivo comenzar abordando un problema socioambiental concreto (por ejemplo, el de la pérdida de biodiversidad, el de la degradación de los ecosistemas o, muy particularmente, el de la crisis climática), analizando sus vinculaciones con el conjunto, para responder mejor a la preocupación e interés creado por los medios de comunicación en la ciudadanía.

Una ventaja de partir de la crisis climática es que permite poner de manifiesto la existencia de algunas ideas simplistas y confusiones importantes acerca del cambio climático, que aparecen en los mapas iniciales elaborados por los equipos participantes y que conviene cuestionar y contribuir a su superación, como, por ejemplo, la inclusión del “agujero en la capa de ozono” entre las causas del CCA, o el olvido del vapor de agua como el principal gas de efecto invernadero (aunque no de su actual incremento), etc. (Carrascosa, Martínez, Alonso y Ruíz, 2022). Conviene que los participantes comparen sus mapas conceptuales iniciales con los que se consensuan finalmente, ya que ello permite valorar los progresos realizados, lo que, a su vez, favorece una actitud más positiva hacia el aprendizaje logrado.

Por todo lo que se ha ido indicando, se considera muy útil entregar al final del trabajo realizado en cursos y talleres –a modo de síntesis y recordatorio de los conceptos manejados y de sus posibles vinculaciones– una hoja reproduciendo un mapa conceptual consensuado (por una cara la figura, y por la otra el cuadro con aclaraciones). Ello resulta útil incluso cuando la intervención realizada se ha limitado a un taller de una única sesión o a una conferencia divulgativa (si se han diseñado para hacer participar a los asistentes). En todos los casos el mapa conceptual –ya sea el del cambio climático o el de la situación de emergencia planetaria– facilita una mayor comprensión y retención de los contenidos abordados.

Señalaremos, por último, la conveniencia de revisar periódicamente el mapa conceptual construido, para ir ajustándolo a la evolución producida en el conocimiento de la situación y de las medidas concebidas para su tratamiento.

**Figura 1.** El Cambio Climático Antropogénico como parte de la Crisis Sociambiental Planetaria



Para hacer frente al desarreglo climático y demás problemas, estrechamente vinculados, que caracterizan la actual situación de emergencia planetaria y lograr avanzar en la transición a sociedades sostenibles, respetuosas de los Derechos Humanos, Naciones Unidas ha impulsado los:

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

<b>1</b> FIN DE LA POBREZA	<b>2</b> HAMBRE CERO	<b>3</b> SALUD Y BIENESTAR	<b>4</b> EDUCACIÓN DE CALIDAD	<b>5</b> IGUALDAD DE GÉNERO	<b>6</b> AGUA LIMPIA Y SANAMIENTO
<b>7</b> ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE	<b>8</b> TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO	<b>9</b> INDUSTRIA INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA	<b>10</b> REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES	<b>11</b> CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES	<b>12</b> PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES
<b>13</b> ACCIÓN POR EL CLIMA	<b>14</b> VIDA SUBMARINA	<b>15</b> VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES	<b>16</b> PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS	<b>17</b> ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS	<b>OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE</b>

Son **17 grandes objetivos, con 169 metas concretas**, dirigidos a superar el conjunto de graves problemas que afectan a la humanidad y a conseguir la universalización de todos los Derechos Humanos, sin discriminaciones de ningún tipo. Son el fruto del trabajo interdisciplinar de colectivos científicos, ONGs, representantes sindicales y empresariales, etc. Fueron aprobados en 2015 por la Asamblea General de Naciones Unidas y existe pleno consenso científico sobre la necesidad de avanzar con urgencia en su logro, superando negacionismos y "retardismos", guiados por intereses particulares a corto plazo.

**Cuadro 1.** El Cambio Climático Antropogénico como parte de la Crisis Sociambiental Planetaria.  
(Algunas aclaraciones complementarias al mapa conceptual de la figura 1)

### Clima global terrestre

Resulta obvio que en la Tierra distintas regiones poseen diferentes climas, es decir, diferentes condiciones meteorológicas medias (temperatura, presión atmosférica, humedad, etc.), que se determinan obteniendo los valores medios de cada magnitud para un periodo extenso de tiempo (de al menos 30 años). Lo que denominamos "**Clima global terrestre**" se determina promediando los valores de cada magnitud meteorológica de todas las regiones (durante, insistimos, un periodo amplio, de al menos tres décadas). De este modo se calculó, por ejemplo, que la temperatura media del planeta se había mantenido en torno a unos 15°C desde que se tenían registros fiables hasta el avance de la revolución industrial.

### El clima global del planeta viene determinado, fundamentalmente, por:

- La radiación solar absorbida por los distintos materiales (sólidos, líquidos y gases) terrestres, que resulta distinta en cada región y en cada época del año, en función de diversos factores, como su latitud (que determina la inclinación con que incide la luz solar) o la altura sobre el nivel del mar.

- La radiación emitida al espacio por la superficie terrestre, dependiente, a su vez, del efecto albedo de sus materiales (es decir, de su capacidad para reflejar la luz solar incidente) y de la composición de la atmósfera, que determina su efecto invernadero (absorción por algunos gases de parte de la radiación térmica emitida por la superficie planetaria, reenviándola en todas direcciones -incluyendo de nuevo hacia el suelo-, lo que reduce el enfriamiento).

- El equilibrio energético que se establece, en cada región, entre radiación absorbida y emitida, determina su temperatura media y, por tanto, la del planeta en su conjunto. Las diferencias de temperatura entre regiones son importantes, puesto que dan lugar a vientos y corrientes marinas que inciden en cada uno de los climas regionales y, en definitiva, en el clima global.

### El clima global experimenta cambios, fundamentalmente por modificaciones del balance energético, que pueden tener un origen natural o antropogénico

- Entre las causas naturales de cambio podemos mencionar: variaciones en la actividad solar; erupciones volcánicas; impactos de meteoritos; variaciones periódicas en el eje de rotación de la Tierra y en su órbita alrededor del Sol; modificaciones de la composición de la atmósfera debidas a la evolución biológica de especies que absorben y emiten gases.

- Los cambios de origen antrópico son causados por actividades humanas que incrementan notablemente el efecto invernadero, como las siguientes: el uso de combustibles fósiles; los incendios forestales provocados; las talas masivas y otras formas de deforestación (realizadas habitualmente para ampliar zonas de cultivo o de pasto); la ganadería intensiva; la fabricación de cemento (que descompone el CaCO<sub>3</sub> de las rocas para obtener CaO, liberando ingentes cantidades de CO<sub>2</sub>); la utilización de gases halocarbonados (en sistemas de refrigeración, espáis, etc.).

- Las causas naturales han actuado, con mayor o menor intensidad, a lo largo de toda la historia del planeta, pero la crisis climática actual es de origen antrópico y tiene características que la hacen particularmente peligrosa: se está produciendo con una gran rapidez (que va aumentando) y no es un cambio regular, sino un desarreglo caótico, al que contribuyen ciclos de reforzamiento.

- Esta crisis climática está teniendo graves consecuencias, como, por ejemplo: fusión del hielo continental y marino, lo que reduce el efecto albedo, dando lugar a un ciclo de reforzamiento de los cambios, al aumentar la energía solar absorbida; deshielo del permafrost (suelo o sustrato congelado que suele contener materia orgánica, que al descongelarse se descompone y libera CO<sub>2</sub> y metano, aumentando así el efecto invernadero); aumento del nivel del mar (debido, básicamente, a la fusión del hielo continental y a la expansión térmica del agua marina); cambios en las corrientes marinas que afectan a los flujos de energía en el planeta (y también a la flora y fauna marinas); aumento de la acidez del agua marina (por la creciente absorción de CO<sub>2</sub>); aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos atmosféricos extremos, dado el carácter caótico de los cambios; alteración de los ritmos vitales de numerosas especies, lo que está contribuyendo a una acelerada pérdida de biodiversidad, que supone una gran extinción de especies (la sexta gran extinción en la historia de la biosfera, pero la primera de origen antrópico); pandemias fruto de zoonosis (paso de virus de otras especies a los seres humanos); desertificación... Se está produciendo, en suma, un aumento de la probabilidad de grandes cambios catastróficos e irreversibles.

### ¿Cómo hacer frente a la crisis climática?

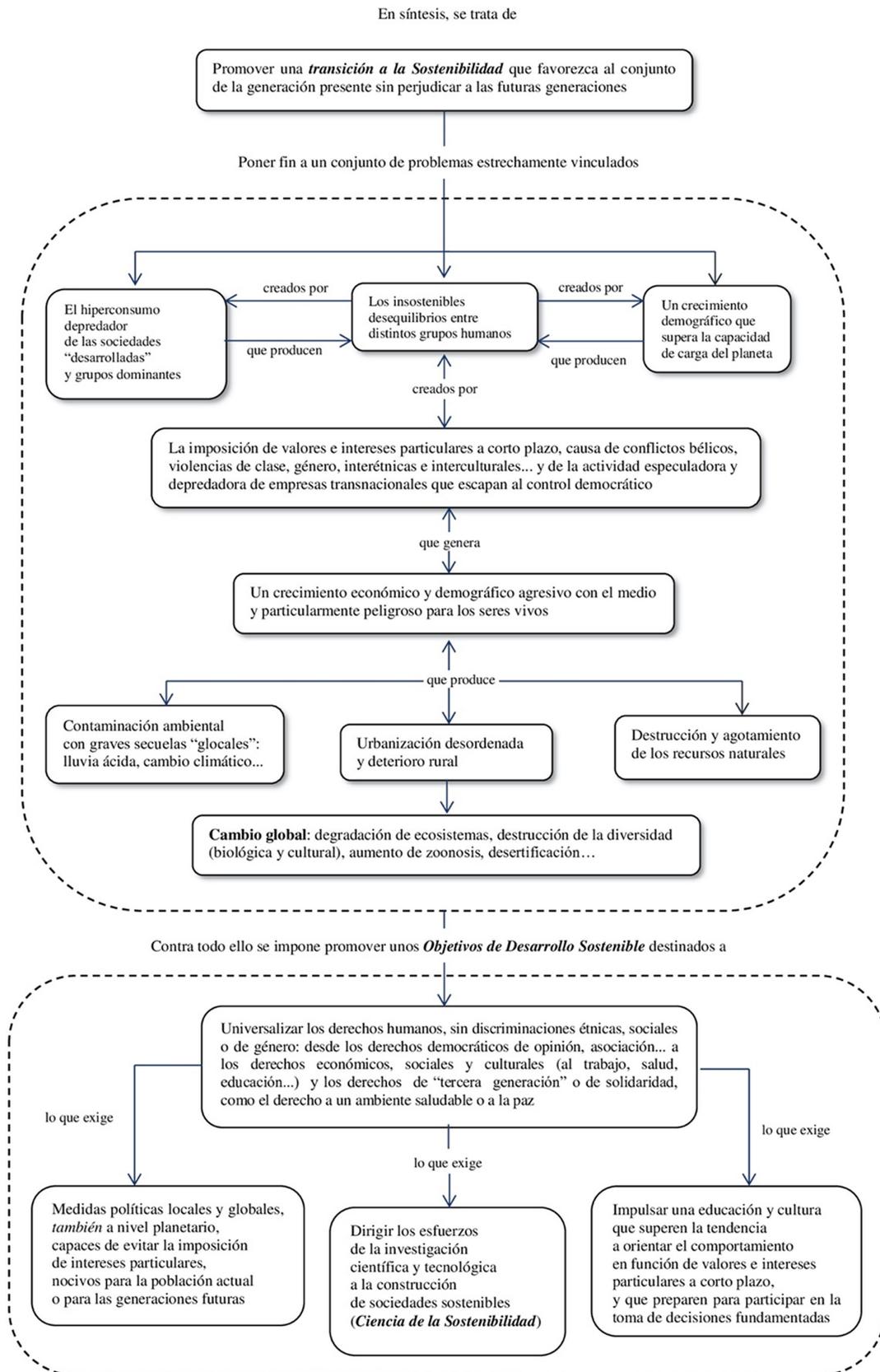
- Hay medidas obvias a aplicar con urgencia, como reducir drásticamente la emisión de gases de efecto invernadero (en particular CO<sub>2</sub>), lo que a su vez obliga a una transición energética que sustituya el uso de combustibles fósiles por energías renovables.

- Pero no basta con ello: el desarreglo caótico del clima forma parte de un conjunto de problemas estrechamente vinculados que se potencian mutuamente y que han dado ya lugar a una crisis socioambiental planetaria sin precedentes, sobrepasando varios de los límites planetarios (como el de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera o el de pérdida de biodiversidad) que, al ser superados, ponen en serio peligro la habitabilidad en la Tierra. Estos problemas se refieren fundamentalmente a: un crecimiento insostenible, tanto económico como demográfico; una urbanización creciente y desordenada, junto al abandono del mundo rural; el hiperconsumo de recursos esenciales, que está provocando su agotamiento; una contaminación pluriforme y sin fronteras; el desarreglo caótico del clima; la pérdida de diversidad (biológica y cultural); la degradación de ecosistemas; inaceptables desigualdades extremas, en la que coexisten el hambre con el desperdicio de alimentos; los conflictos bélicos (la actividad humana más contaminante y destructora de recursos).

- La estrecha vinculación de todos estos problemas, hace que sea imposible hacer frente aisladamente a la crisis climática o a ningún otro de los grandes problemas: es necesario avanzar conjuntamente en la solución de todos ellos. Por ello, la Asamblea General de Naciones Unidas aprobó, en septiembre de 2012, establecer unos **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, mediante un proceso abierto a todas las partes interesadas. Durante cerca de tres años, equipos científicos, ONG, representantes sindicales y empresariales, etc., trabajaron para establecer dichos ODS, aprobados en la Asamblea General de 2015 con pleno consenso científico sobre la necesidad de avanzar con urgencia en su logro.

- En <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> puede accederse a estos objetivos y sus metas concretas.

**Figura 2.** De la emergencia planetaria a la construcción de un presente y un futuro sostenibles



**Cuadro 2.** De la emergencia planetaria a la construcción de un presente y un futuro sostenibles.  
(Algunas aclaraciones complementarias al mapa conceptual de la figura 2)

0) **Lo esencial es contribuir a la transición a la Sostenibilidad** para hacer posible la satisfacción solidaria de las necesidades básicas de todas las personas, sin discriminaciones y sin perjudicar a las generaciones futuras, evitando sobrepasar los límites del planeta.

Ello conlleva promover unos *Objetivos de Desarrollo Sostenible* interdependientes para:

**1) Poner fin a un crecimiento económico y demográfico, agresivo con el medio físico y nocivo para los seres vivos, fruto de comportamientos guiados por intereses y valores particulares y a corto plazo, que pone seriamente en peligro la supervivencia de nuestra especie y del resto de la biosfera.**

*Dicho crecimiento se traduce en una serie de problemas específicos, pero estrechamente relacionados, como los siguientes:*

- 1.1. Urbanización creciente y, a menudo, desordenada y especulativa, acompañada del abandono y deterioro del mundo rural.
- 1.2. Contaminación ambiental pluriforme y sin fronteras (desde plásticos o residuos radiactivos a vertidos con restos de pesticidas y fertilizantes o gases tóxicos como el SO<sub>2</sub> y óxidos de nitrógeno) con graves secuelas "glocales" (a la vez locales y globales): lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono... y, muy en particular, incremento del efecto invernadero, causa principal del cambio climático y sus consecuencias ya visibles (incremento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos atmosféricos extremos, subida del nivel del mar, acidificación y calentamiento de los océanos, deterioro y desaparición de arrecifes de coral, etc.).
- 1.3. Destrucción y agotamiento de recursos naturales esenciales (yacimientos minerales, bosques, capa fértil de los suelos, agua dulce, caladeros de pesca, etc.).
- 1.4. Degradación de ecosistemas (incluidos los espacios humanizados) y destrucción de la biodiversidad, provocando hambrunas, pandemias fruto de zoonosis (paso de virus de otras especies a los seres humanos) y, en última instancia, desertificación.
- 1.5. Destrucción, en particular, de la diversidad cultural acumulada a lo largo de la historia de los pueblos.

**2) Poner fin a las siguientes causas (y, a su vez, consecuencias) de este crecimiento no sostenible:**

- 2.1. El hiperconsumo depredador de las sociedades "desarrolladas" y grupos poderosos de todos los pueblos, que se manifiesta en formas insostenibles de movilidad, vestimenta... y, muy en particular, alimentación.
- 2.2. Un crecimiento demográfico que supera la capacidad de carga de un planeta de recursos materiales finitos y pone en peligro al conjunto de la biosfera (cerca de la mitad de la producción fotosintética primaria anual de los ecosistemas es usada ya por la especie humana).
- 2.3. Los desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos –asociados a falta de libertades e imposición de valores e intereses particulares competitivos- que se traducen en hambre, pobreza, discriminación étnica, de género... y, en general, marginación de amplios sectores de la población.
- 2.4. Las distintas formas de violencia y conflictos (a menudo asociados a los desequilibrios):
  - 2.4.1. Violencias de clase, género, interétnicas, interculturales... y, sobre todo, conflictos bélicos, con sus secuelas de destrucción de recursos y contaminación. Las guerras y carreras armamentísticas constituyen un obstáculo principal a la transición a sociedades sostenibles.
  - 2.4.2. La actividad de las organizaciones mafiosas que trafican con armas, drogas y personas, contribuyendo decisivamente a la violencia ciudadana.
  - 2.4.3. La actividad especuladora y depredadora de empresas transnacionales que escapan al control democrático imponiendo condiciones de explotación destructivas de personas y medio físico y eludiendo sus obligaciones tributarias a través de los llamados paraísos fiscales.

**3) Impulsar la transición a la Sostenibilidad mediante acciones positivas en los siguientes campos:**

- 3.1. Adoptar medidas políticas, locales y globales, encaminadas al bien común, para construir un presente y un futuro sostenibles. En particular, promover legislaciones e instituciones capaces de crear un nuevo orden glocal (global y local), basado en la cooperación, la solidaridad, la participación ciudadana, la defensa del medio físico y cultural... evitando la imposición de valores e intereses particulares que resulten nocivos para la población actual y para las generaciones futuras.
- 3.2. Impulsar una educación (tanto formal como no reglada) y cultura solidarias –superadoras de la tendencia a orientar el comportamiento en función de valores e intereses particulares. Una Educación para la Sostenibilidad que contribuya a una correcta percepción de la situación del mundo, prepare para participar en la toma de decisiones fundamentadas y promueva *comportamientos* individuales y colectivos (acción política) dirigidos al logro de un desarrollo socioeconómico sostenible que erradique el hambre, combata las desigualdades extremas y proteja la diversidad biológica y cultural.
- 3.3. Impulsar la *Ciencia de la Sostenibilidad* para la comprensión del sistema complejo constituido por las sociedades humanas y los sistemas naturales con los que estas interaccionan y de los que, en definitiva, forman parte, haciendo así posible el tratamiento sistémico, sin reduccionismos ni olvidos, de problemas que se potencian mutuamente. Se trata de dirigir los esfuerzos de la investigación e innovación hacia el logro de la transición a la Sostenibilidad (incluyendo, entre otras, medidas de ahorro y de eficiencia energética, potenciación de fuentes de energía limpia y renovable, incremento de la eficacia en la obtención ecológica de alimentos saludables... y también, la mejora en la prevención de enfermedades y catástrofes, la recuperación de los ecosistemas degradados, la generalización del trabajo digno y de los servicios públicos de calidad, la disminución y tratamiento de residuos...), con el debido control para evitar aplicaciones precipitadas (Principio de precaución).

**4) Estas medidas aparecen hoy plasmadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, asociados a la necesidad de universalizar y ampliar los Derechos Humanos, sin discriminaciones étnicas, sociales o de género.**

*Ello supone universalizar lo que se conoce como las tres "generaciones" de Derechos Humanos, todos ellos interconectados:*

- 4.1. Los derechos democráticos: de opinión, reunión, asociación, participación en la toma de decisiones...
- 4.2. Los derechos económicos, sociales y culturales: al trabajo, vivienda digna, salud, descanso, acceso a la educación y a la cultura...
- 4.3. Los derechos de solidaridad: a un ambiente saludable, al desarrollo económico y cultural sostenible de todos los pueblos y a la paz garantizada por una seguridad compartida...

## Referencias bibliográficas

- Acot, P. (2005). *Historia del clima*. A. Editorial El ateneo.
- Carrascosa Alís, J. (2024). *Del cambio climático hacia la construcción de un futuro sostenible*, preprint.
- Carrascosa Alís, J., Martínez Torregrosa, J., Verdú Carbonell, R., Osuna García, L. y Domènech, J.LI. (2014). Del Cambio Climático hacia la Construcción de un Futuro Sostenible. Capítulo 11 del libro: *Curso Básico de Didáctica de las Ciencias*. Tecnigrafic. Recuperado de: <https://didacticafisicaquimica.es/>
- Carrascosa, J., Martínez, S., Alonso, M. y Ruíz, J.J. (2022). Análisis de algunas ideas alternativas relacionadas con el cambio climático. *Revista Científica* 45 (3), 296-314. DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.17442>
- Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo (1987, CMMAD). *Our Common Future*. Oxford University Press. [Traducción en castellano con el título *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial, 1998].
- De Rivas, R., Vilches, A. y Mayoral, O. (2024). Secondary School Students' Perceptions and Concerns on Sustainability and Climate Change. *Climate* 2024, 12 (2), 17. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli12020017>
- Diamond, J. (2006). *Colapso. Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Debate.
- Flavin, C. (2008). Construir una economía baja en carbono, en Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2008* (pp. 155-180). W.W. Norton.
- Gil Pérez, D., Gavidia Catalá, V., Vilches, A. y Edwards, M. (1999). Visiones de los profesores de ciencias sobre las problemáticas a las que la comunidad científica y la sociedad deberían prestar una atención prioritaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 13, 81-97.
- Gil- Pérez, D. y Vilches, A. (2005). ¿Qué desafíos tiene hoy planteados la humanidad? En Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. OREALC/ UNESCO.
- Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2023). Cómo avanzar en la necesaria transición a la Sostenibilidad. *Ciência & Educação*, 23, e-23027, DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320230027>
- Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. y Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504620303465>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1988-2023). *Assessment Reports about knowledge on climate change, its causes, potential impacts and response options*. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/reports/>
- McNeill, J. R. (2003). *Algo nuevo bajo el Sol*. Alianza.
- Musolino, E. y Auth, K. (2014). Gobernanza climática y la maldición de los recursos, en Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2014*, (pp. 271-284). W.W. Norton.
- Naciones Unidas (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change. *Science*, 306, (5702), 1686. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1103618>
- Pearce, F. (2007). *La última generación*. Barrabes.
- Reid, A. (2019). Climate change education and research: possibilities and potentials versus problems and perils? *Environmental Education Research* 25 (6) 767–790. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1664075>
- Rodríguez Loinaz, G., Antón, A., Etxabe Urbieto, J. M. y Villarroel Villamor, J. D. (2023). Influencia del conocimiento y la preocupación ambiental en la conducta y la toma de decisiones pro-ambientales. *Ápice. Revista De Educación Científica*, 7(1). DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9579>
- Valladares, F. (2023). *La Recivilización. Desafíos, zancadillas y motivaciones para arreglar el mundo*. Planeta. Ediciones Destino.
- Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Cambridge University Press.
- Viñas, J.M. (2022). *Nuestro reto climático*. Editorial Alfabeto.