



**Facultad de Educación.**

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA.**

**La problemática del cambio climático y posibles alternativas. Una propuesta didáctica para la formación de los alumnos de Secundaria.**

**The issue of climate change and possible alternatives. A didactic proposal for the formation of secondary education students.**

**Alumno/a.** Diego Rebé Gutiérrez.

**Especialidad.** Física y Química y Tecnología.

**Director.** Manuel de Pedro del Valle.

**Curso académico.** 2019-2020.

**Fecha:** martes 8 de septiembre de 2020.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

1. RESUMEN. ....	1
1. ABSTRACT. ....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
2.2. INTRODUCCIÓN TEÓRICA AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA.....	5
2.3. HISTORIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL: SUS ORÍGENES Y SU INTRODUCCIÓN EN ESPAÑA.....	12
2.4. LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL CURRÍCULO VIGENTE.....	16
3. OBJETIVOS. ....	20
4. METODOLOGÍA.....	21
5. PROPUESTA DIDÁCTICA. ....	25
5.1. UBICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	25
5.2. CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS. ....	27
5.3. DURACIÓN DE LA PROPUESTA.....	28
5.4. CONTENIDOS. ....	29
5.5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA POR SESIONES. ....	29
5.6. RECURSOS DIDÁCTICOS.....	39
5.7. SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL ALUMNADO. ....	39
5.8. AUTOEVALUACIÓN. ....	40
5.9. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD. ....	41
6. CONCLUSIONES.....	41
7. BIBLIOGRAFÍA. ....	42
ANEXO I. CRITERIOS PARA LA CORRECCIÓN DE TRABAJOS EN GRUPO. .....	49

ANEXO II. CRITERIOS PARA LA CORRECCIÓN DE TRABAJOS INDIVIDUALES. ....	50
ANEXO III. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN EL AULA.....	51
ANEXO IV. CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LA PROPUESTA. ....	52
ANEXO V. EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE CÁLCULO.....	53

## 1. RESUMEN.

**Palabras clave.** Cambio climático, gases de efecto invernadero, combustibles fósiles, energías renovables, Física y Química, 3º ESO, propuesta didáctica, educación ambiental.

El cambio climático es un fenómeno consistente en el aumento de la temperatura media superficial del planeta debido al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Es un fenómeno preocupante, con el potencial de acarrear efectos como la alteración de los regímenes de lluvia y de vientos, de climas regionales, deshielo de polos y aumento del nivel del mar, sepultación de islas y zonas costeras, aumento de determinadas enfermedades y escasez de recursos agrícolas e hídricos. Esto supondría una alteración grave de numerosos ecosistemas, poniendo en peligro tanto la biodiversidad del planeta como el propio modo de vida humano.

El presente trabajo recoge una propuesta didáctica que se impartiría en el marco de la asignatura de Física y Química de 3º de la ESO. Sus objetivos son, por un lado, concienciar al alumnado sobre la problemática, y por otro lado, alcanzar una comprensión más profunda no sólo del fenómeno en sí y sus posibles consecuencias, sino también, de forma integrada, sobre su relación con elementos intrínsecamente ligados: las distintas fuentes de energía (fósiles, responsables de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero), energías renovables (alternativa a medio plazo ya en desarrollo), con factores de la sociedad humana como las distintas actividades económicas (industria, transporte, etc... dependientes de la generación de energía), y la propia vida cotidiana, incluyendo la adquisición de hábitos más ecológicos.

Además, la presente propuesta también ha sido también diseñada con el fin de contribuir a la adquisición por parte del alumnado de todas las competencias básicas establecidas por la legislación educativa española para la etapa de educación secundaria, como son la lingüística, matemática y científico-técnica, digital, aprender a aprender, social y cívica, iniciativa y espíritu emprendedor, y conciencia y expresiones culturales.

## 1. ABSTRACT.

**Keywords.** Climate change, greenhouse gases, fossil fuels, renewable energy sources, Physics and Chemistry, 3<sup>o</sup> ESO, didactic proposal, environmental education.

Climate change is a phenomenon which consists in the increase of the average surface temperature of the planet due to an increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere. It is a worrisome phenomenon, as it has the potential of producing such effects as the alteration of rainfall and wind regimes, of regional climates, glaciers and polar sea ice melting and a subsequent increase in sea level, burial of certain islands and coastal regions, an increase in the incidence rate of certain diseases, and the scarcity of agricultural and water resources. This would gravely alter many ecosystems, endangering the biodiversity of the planet and the human way of like alike.

The present work contains a didactic proposal whose lessons would be given within the third secondary education course of Physics and Chemistry. Its goals are, on one hand, to raise awareness among the students about the considered issue, and on the other hand, that they acquire a deeper knowledge and of the phenomenon itself, its possible consequences, and, in an integrated way in order to acquire a global vision of the issue, of its relationship with intrinsically linked elements such as the different sources of energy (fossil fuels, origin of a huge portion of greenhouse emissions), renewable energy sources (an alternative in a medium term, which is already being developed), and factors of human society such as the different economic activities (industry, transportation, and so on, which depend on the generation of energy), and daily life itself, including the acquisition of more environmentally friendly habits.

Furthermore, the present proposal has also been designed in order to contribute to the acquisition of all basic skills, established by the Spanish education laws that regulate secondary education, by the students. Those skills are linguistic, mathematical and scientific-technical, digital, autonomous learning, social and civil, autonomous initiative, and cultural conscience and expression skills.

## **2. INTRODUCCIÓN.**

### **2.1. JUSTIFICACIÓN.**

Desde la revolución científica del siglo XVII y la revolución industrial, iniciada en la segunda mitad del siglo XVIII, el desarrollo de la ciencia y de la tecnología ha permitido un elevado incremento de los estándares económicos, técnicos y de desarrollo humano de buena parte de las sociedades actuales.

A partir de dicho momento, de forma paralela al desarrollo económico, aumenta espectacularmente la presión ejercida por el ser humano sobre el medio ambiente, en términos de explotación de recursos naturales a modo de materias primas o de fuentes de energía (como los combustibles fósiles), explotación de superficie terrestre, y de emisión de cargas ambientales (entre ellas, emisión de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera). Todo esto, se ve acompañado de un gran incremento de la población mundial (Vega Marcote, 2004).

Desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XX prevalece el mito de la posibilidad del desarrollo ilimitado del ser humano, basado en una creencia de la inagotabilidad de los recursos energéticos y la posibilidad del desarrollo y construcción de máquinas de potencia cada vez mayor, asociándose socialmente el progreso al desarrollo tecnológico sin tener en cuenta los procesos de degradación ambiental (Vega Marcote, 2004). Esta visión sólo comienza a modificarse a partir de los años 60. El informe del club de Roma de 1968 planteó los problemas socio-ambientales que ponían en riesgo el futuro de la humanidad, así como el deterioro del medio ambiente. Entre estos se encontraba la explosión demográfica, la macrocontaminación o el uso incontrolado de la energía, entre otros (Zabala y García, 2008).

El concepto de educación ambiental puede definirse como un *"proceso de aprendizaje que debe facilitar la comprensión de las realidades del medioambiente, del proceso sociohistórico que ha conducido a su actual deterioro; que tiene como propósito que cada individuo posea una adecuada conciencia de dependencia y pertenencia con su entorno, que se sienta*

*responsable de su uso y mantenimiento, y que sea capaz de tomar decisiones en este plano"* (Alea García, 2005).

Este concepto se empleó oficialmente por vez primera en 1972, en la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente de Estocolmo de la ONU (Zabala y García, 2008), reconociéndose su importancia con el fin de cambiar el modelo de desarrollo hacia uno más sostenible. Adicionalmente, se constituye el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa Internacional de Educación Ambiental (Alea García, 2005).

Por su parte, el término desarrollo sostenible se formula en el informe de la Comisión Brundtland de 1987 como *"un proceso permanente en la que los individuos y la colectividad toman conciencia de su medio y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad capaces de hacerlos actuar, individual y colectivamente, para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente"* (Aguilera Peña, 2018).

En las décadas sucesivas se celebraron diferentes eventos que permitieron ir desarrollando el modelo de educación ambiental, como el Coloquio Internacional sobre la Educación Relativa al Medio Ambiente (Belgrado, 1975); la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental (Tiflis, 1977), o el Congreso sobre Educación y Formación Ambiental (Moscú, 1987) (Alea García, 2005).

En 1992 se celebró la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como Cumbre de la Tierra, ratificando los acuerdos de los eventos anteriores, instituyendo la Convención Marco sobre el Cambio Climático y volviendo a señalar a la educación ambiental como un medio idóneo para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, reorientando el modelo educativo (Zabala y García, 2008).

Por todo ello, se puede considerar el cambio climático, tema en torno al cual se desarrolla el presente Trabajo de Fin de Máster, como una de las manifestaciones en forma de fenómenos nocivos, cada vez más evidentes, de los efectos adversos del desarrollo, convirtiendo a la educación ambiental en

uno de los campos de estudio más relevantes de la investigación pedagógica (Candrea, 2011).

En particular, el cambio climático, fenómeno de origen antropogénico, constituye uno de los problemas ambientales más graves a afrontar por parte de la humanidad, cuya minimización depende de la implicación e intervención de todos los miembros de la sociedad. Es por ello que debemos comenzar por los más jóvenes, por lo cual su formación y concienciación a través de la enseñanza son de gran importancia (Bolaños González, 2017).

Por las razones expuestas, el presente Trabajo de Fin de Máster contiene una propuesta didáctica para, en el contexto de la impartición de la asignatura de Física y Química, formar a los alumnos de 3º de la ESO en la problemática del cambio climático, de forma integrada con la formación en conocimiento sobre fuentes de energía renovables, al estar ambos temas estrechamente ligados.

## **2.2. INTRODUCCIÓN TEÓRICA AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA.**

El clima puede definirse como el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas y meteorológicas, caracterizado por el estado de las mismas y su evolución temporal en un determinado ámbito espacial, a definir según cuál sea el ámbito geográfico considerado (Del Valle Melendo, 2014). El sistema climático es complejo, estando integrado por atmósfera, hidrosfera, geosfera, biosfera, y las interacciones entre dichos elementos y los ecosistemas en que habitan seres vivos (Useros Fernández, 2013).

El clima no es un elemento puntual y estático, sino que se estudia en términos de media y de variabilidad (Ritter O. et al., 2002; Useros Fernández, 2013), además de constar de numerosos parámetros diferentes, siendo la temperatura una de ellas (Ritter O. et al., 2002). Evoluciona, en espacios geográficos determinados, en el tiempo en función de distintos factores, como la latitud, la altitud, la distancia al mar, la localización de la superficie terrestre con respecto al sol, la dirección e intensidad de los vientos y de las corrientes oceánicas (Useros Fernández, 2013).

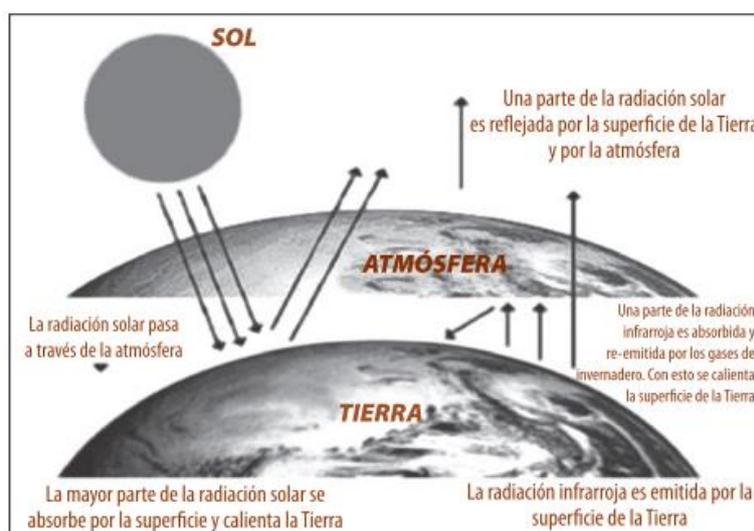
En la Conferencia de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992 se adoptó, en el seno de la Convención Marco sobre Cambio Climático, la siguiente definición de dicho fenómeno: *"cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables"* (Del Valle Melendo, 2014).

Como señala Useros Fernández (2013), la radiación solar es el elemento determinante de la temperatura terrestre, junto a otros factores como la composición atmosférica (concentración en la atmósfera de GEI), la órbita terrestre (responsable de la variación en el tiempo de forma periódica de la cantidad media de radiación solar recibida en cada hemisferio), la latitud (ángulo de inclinación e incidencia de la radiación solar) o las corrientes oceánicas (moderando la temperatura atmosférica mediante el traslado en forma de calor de grandes cantidades de agua y energía).

La mitad de la radiación solar que llega a la atmósfera terrestre penetra en la superficie terrestre y calienta tanto el suelo como los océanos (los cuales liberan a su vez radiación infrarroja), mientras que el resto o bien retorna al espacio tras ser reflejada por las nubes [en torno a un 31 %, (Useros Fernández (2013)], o bien es absorbida por los GEI presentes en la atmósfera (Rodríguez Becerra y Mance, 2009). Parte de la radiación infrarroja emitida por los océanos es también absorbida por estos gases y remitida hacia la superficie terrestre en todas las direcciones, contribuyendo al calentamiento de la misma (Rodríguez Becerra y Mance, 2009).

El efecto invernadero (Figura 1) es el fenómeno consistente en el calentamiento de la atmósfera terrestre mediante la citada absorción de radiación solar por parte de los GEI (Caballero et al., 2007). Dichos gases se encuentran en concentración muy minoritaria en la atmósfera, compuesta de forma mayoritaria por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, un 0,9% de argón, y otros gases, entre ellos varios GEI, en porcentajes menores (Caballero et al., 2007; Useros Fernández, 2013). El Panel Intergubernamental sobre el

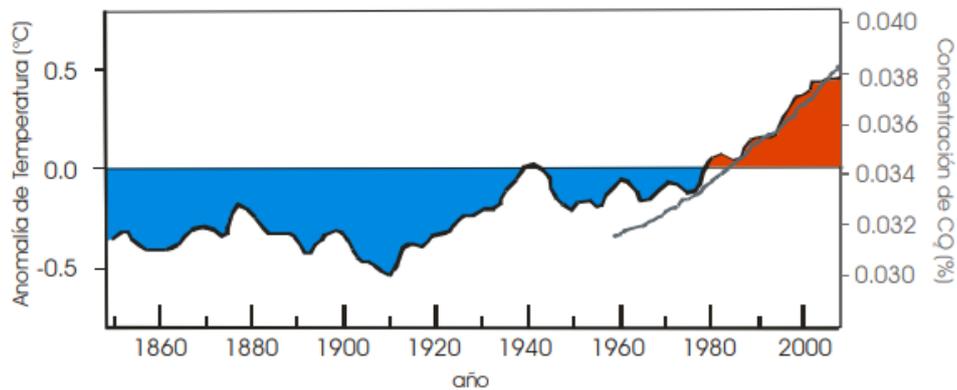
Cambio Climático, o IPCC (2013) enumera como GEI primarios el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el ozono ( $\text{O}_3$ ), contemplándose además los compuestos fluorocarbonados y otras sustancias que contienen cloro o bromo (según lo contemplado en el Protocolo de Montreal de 1987, para la protección de la capa de ozono y según lo dispuesto en el Protocolo de Kyoto de 1997 para la limitación de emisión de GEI), el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).



*Figura 1. Esquema del efecto invernadero (Rodríguez Becerra y Mance, 2009).*

Hasta la aparición del fenómeno del calentamiento global, la concentración de estos GEI en la atmósfera terrestre era la precisa para poder mantener la vida en la Tierra, estimándose que sin su presencia la temperatura media terrestre sería de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Rodríguez Becerra y Mance, 2009), frente a una media de  $15^{\circ}\text{C}$  en la última década (Useros Fernández, 2013).

El calentamiento global consiste en el incremento de la temperatura media del planeta, que viene experimentándose desde la implementación de mediciones rutinarias de este parámetro (Caballero et al., 2007) (Figura 2), registrándose un aumento de entorno a  $1^{\circ}\text{C}$  respecto a la media de la segunda mitad del siglo XIX (Caballero et al., 2007) o hasta de  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , según informó en 2019 la ONU, tras el análisis de los datos de la Organización Meteorológica Mundial.

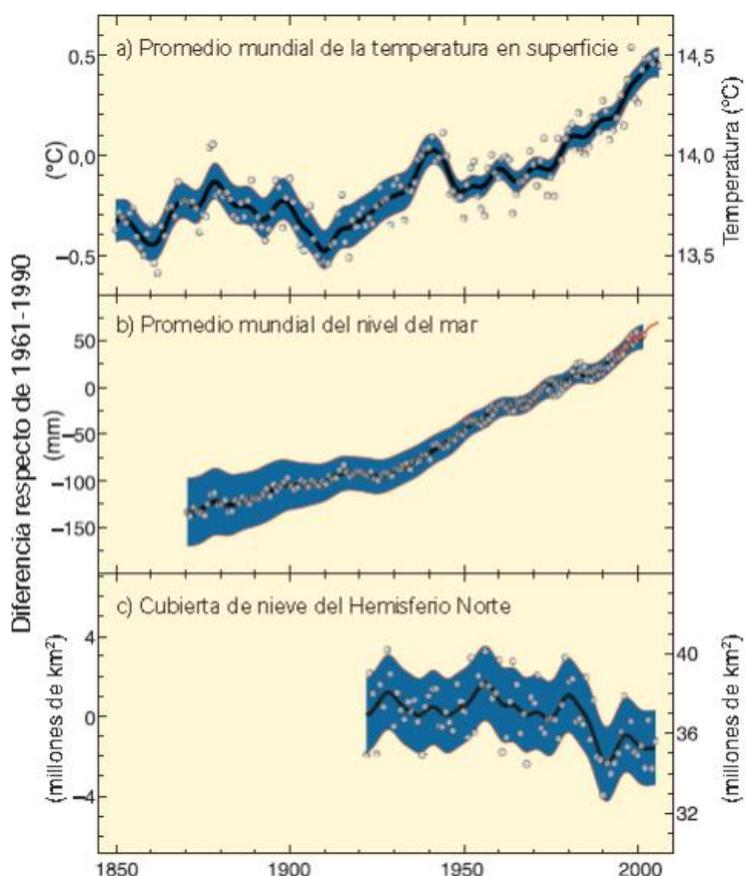


*Figura 2. Evolución de la temperatura media entre 1850 y la primera década del siglo XXI, junto a la concentración (en porcentaje) de dióxido de carbono en la atmósfera entre 1960 y la primera década del siglo (Caballero et al., 2007).*

El origen antropogénico (es decir, debido a la acción humana) de este fenómeno se puede achacar al aumento de la concentración en la atmósfera de los GEI, especialmente de dióxido de carbono (ligado fundamentalmente a la deforestación y al consumo de combustibles fósiles como el carbón, petróleo, gas natural, para generación de energía, cuyo consumo se vio incrementado enormemente por el desarrollo industrial y de los transportes) y en menor medida de metano (debido al gran desarrollo de actividades agropecuarias, como el cultivo del arroz o la ganadería) y de óxido nitroso (uso de fertilizantes), que viene registrándose desde el comienzo de la revolución industrial a mediados del siglo XVIII y que sigue produciéndose a día de hoy (Rodríguez Becerra y Mance, 2009).

Como se ha comentado anteriormente, una mayor concentración de GEI en la atmósfera se corresponde a un aumento de la temperatura de la superficie terrestre (es decir, al cambio climático descrito), al absorberse en la atmósfera una mayor cantidad de radiación solar (Caballero et al., 2007). Entre algunos de los posibles impactos identificados por el IPCC como consecuencia del cambio climático se pueden citar la alteración de los regímenes pluviométricos regionales (volviéndose algunas regiones del mundo más secas y otras más lluviosas), de los patrones de vientos, alteración de los climas regionales, de las zonas agrícolas (reducción del potencial de producción agroalimentaria, con

los posibles efectos de escasez de alimentos asociados), aumento del nivel del mar debido al deshielo de casquetes polares y la dilatación térmica de los océanos (Figura 3) (poniendo en grave riesgo a islas y a regiones costeras de baja altitud, en las cuales se concentra una elevada porción de la población mundial), aumento de la incidencia de enfermedades propagadas por vectores favorecidos por el aumento de temperatura; escasez de recursos hídricos, desertización de regiones y escasez de recursos hídricos (Feldmann y Biderman Furriela, 2001).



*Figura 3. Evolución reciente de la temperatura media de la superficie terrestre, del nivel del mar promedio mundial, y de la cubierta de nieve del hemisferio norte (Del Valle Melendo, 2014).*

En 1997 se aprueba el Protocolo de Kioto para estabilizar y limitar las emisiones de los GEI, concentrando la responsabilidad de la lucha contra el cambio climático en los países desarrollados, mediante la adopción de medidas de mitigación (Campins Eritja, 2015), y en 2015 se adopta el Acuerdo de París

sobre Cambio Climático, tratado internacional en que los Estados signatarios acuerdan el establecimiento de medidas para la reducción de la emisión de GEI (Rodrigo, 2018).

Además de los citados combustibles fósiles, que no sólo contribuyen en gran medida al cambio climático sino que también son agotables, se encuentran una serie de fuentes de energía llamadas renovables porque son virtualmente inagotables (Ramírez González, 2013). Éstas constituyen el segundo eje en torno al cual se desarrolla esta propuesta didáctica. En este apartado se realizará una breve resumen de aquellas fuentes que se mostrarán al alumnado. Entre ellas se encuentran la energía solar, eólica, mareomotriz, undimotriz, geotérmica, hidroeléctrica, así como el uso de biocombustibles y de biomasa (Ramírez González, 2013).

- La transformación de la energía solar en eléctrica mediante el efecto fotovoltaico (en células fotovoltaicas, dispuestas en paneles, en cuyo seno tiene lugar, fruto de la radiación solar, una fuerza entre dos electrodos adosados en respectivas capas de materiales semiconductores) (Espejo Marín, 2006).
- El paso de la energía eólica en energía eléctrica mediante aerogeneradores (Espejo Marín, 2006).
- La energía mareomotriz producida mediante el aprovechamiento de la energía potencial obtenida mediante turbinas movidas por las mareas en zonas costeras (Quintero González y Quintero González, 2015) y la energía undimotriz, obtenida a través del movimiento de las olas (Píriz Hurtado, 2017).
- El aprovechamiento de la energía natural del interior del planeta o energía geotérmica, que se transporta a través de la roca o de fluidos desde el interior hacia la superficie de la corteza terrestre (Robilliard Chiozza, 2009).
- La energía hidroeléctrica consistente en el aprovechamiento de la fuerza de gravedad con que un flujo de agua recorre en un cauce, mediante saltos de agua (Severiche S., 2013).

- La biomasa, la cual según Espejo Marín (2006), se considera a una variedad relativamente amplia de recursos, incluyendo residuos agrícolas y forestales, los subproductos biodegradables, residuos industriales, etcétera, utilizables como materia prima energética. Los biocombustibles son los combustibles obtenidos a partir de biomasa (Salinas Callejas y Gasca Quezada, 2009).

El Instituto Nacional de Estadística o INE (2018) arrojaba en su informe "España en cifras" los siguientes datos relativos a la producción y consumo de energía primaria en España correspondientes al año 2016 (Figura 4 y Tabla 1).

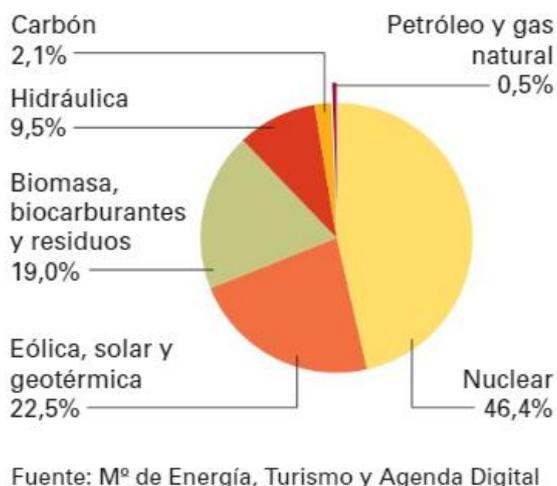


Figura 4. Producción interior de energía primaria en España en 2016 (INE, 2018).

Tabla 1. Consumo de energía primaria en España en 2016 (INE, 2018).

	Consumo		Variación interanual %
	ktep*	%	
<b>Total</b>	<b>123.484</b>	<b>100,0</b>	0,2
Petróleo	54.633	44,2	2,7
Gas natural	25.035	20,3	2,0
Nuclear	15.260	12,4	2,2
Carbón	10.442	8,5	-23,7
Eólica, solar y geotérmica	7.394	6,0	-1,1
Biomasa, biocarburantes y residuos renovables	6.688	5,4	-1,5
Hidráulica	3.130	2,5	30,6
Residuos no renovables	243	0,2	-3,7
Saldo imp-exp electricidad	659		

\*ktep: miles de toneladas equivalentes de petróleo

Fuente: Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital

Adicionalmente, el INE (2018) señalaba que el consumo de energía renovable en relación al consumo de energía final en España en el año 2016 ascendía al 17,3%; cercano a la media de la Unión Europea (17%), en la cual este parámetro varía entre el 53,8% de Suecia y el 5,4% de Luxemburgo. De éstos, cuatro países consumían más de un 30% de energía final renovable (Finlandia, Letonia, Austria, Dinamarca) y otros seis más de un 20% (Estonia, Portugal, Croacia, Lituania, Rumanía, Eslovenia).

### **2.3. HISTORIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL: SUS ORÍGENES Y SU INTRODUCCIÓN EN ESPAÑA.**

Si bien el primer gran hito en el planteamiento de los problemas sociales y ambientales que habría de afrontar la humanidad en el futuro, como se expuso en el apartado 2.1, fue el informe del club de Roma de 1968 (Zabala y García, 2008), ya existían precedentes de iniciativas desarrolladas en el ámbito de la conservación del medio ambiente (Alonso Marcos, 2010).

Los más relevantes de estos antecedentes a nivel internacional, según señala Alonso Marcos (2010), son la Conferencia sobre Protección de la Naturaleza de Berna de 1913, la fundación en 1928 de la Oficina Internacional para la Protección de la Naturaleza, la Conferencia sobre Protección de la Naturaleza de Basilea de 1946; la fundación de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza o UICN en Fontainebleau en 1948 (bajo los auspicios de la UNESCO), que desde 1957 se denomina Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza y los Recursos Naturales); y la Conferencia sobre Problemas Medioambientales de la ONU en Nueva York en 1949.

Sin embargo, estos eventos no contarían con la repercusión mediática que han recibido otros acontecimientos internacionales posteriores a los años sesenta sobre esta materia (Alonso Marcos, 2010), hasta cuando la visión predominante en la sociedad de los procesos de deterioro del medio ambiente era una consecuencia inevitable del desarrollo económico, el cual era contemplado como un bien mayor ante el cual dichas contrapartidas eran asumibles (Moreno Navas, 2008).

Por ejemplo, durante la década de los sesenta, concretamente en 1961 se funda el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y en 1966 se celebra en Lucerna un simposio internacional sobre educación en materia de conservación ambiental. Tras la celebración en 1968 de la Conferencia de la Biosfera en París, donde se insiste en la necesidad de educar (de forma planificada y ejecutada por las instituciones educativas de los distintos países) a las nuevas generaciones integrando el desarrollo de las personas en equilibrio con el del medio ambiente, viéndose al humano como parte de la biosfera (Moreno Navas, 2008), algunos países, como el Reino Unido, Francia, Suecia, Estados Unidos (tras una serie de protestas a favor de la conservación de la naturaleza se aprueba "The Environmental Education Act" en 1970) y otros países nórdicos, comienzan a introducir en sus sistemas educativos elementos de educación ambiental (Alonso Marcos, 2010). En 1969 también se celebraron otras conferencias en Estados Unidos, concretamente en el Wave Hill Center for Environmental Studies de Nueva York y en Wisconsin-Green Bay University (Alonso Marcos, 2010).

Como señala Vega Marcote (2004), hasta y durante los años sesenta, la principal preocupación en materia medioambiental era la contaminación química y nuclear, saltando a la palestra en la década siguiente la crisis energética, la contaminación industrial y el mal uso de los recursos; en los 80, surgieron preocupaciones como la contaminación de las aguas, la deforestación y desertización, o la conservación de los paisajes, y, sobre todo, la preocupación por el fenómeno del agujero de la capa de ozono y por el calentamiento global. Ya en los años 90 se comenzó también a hacer énfasis en la pérdida de biodiversidad que los distintos fenómenos de deterioro medioambiental acarrearían.

En 1971 tiene lugar en Founex (Suiza) una reunión de expertos vinculados a la ONU y la FAO (precedida de reuniones preparativas en Nueva York y Ginebra el anterior y ese mismo año, respectivamente, según Alonso Marcos (2010)) que elaboraron una serie de informes sobre los problemas medioambientales y las consecuencias asociadas, estableciendo la necesidad de aunar protección

medioambiental y desarrollo (antecedente del concepto de desarrollo sostenible), que en su conjunto componen el Informe Founex, antecedente inmediato de la Conferencia de la ONU sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972 (Estenssoro y Devés, 2013).

En 1971, el Consejo de Europa recomendó a sus Estados miembro la introducción de nociones de educación ambiental en las diferentes asignaturas en que fuera pertinente (Alonso Marcos, 2010).

En la Conferencia de Estocolmo se define por vez primera oficialmente el concepto de educación ambiental (expuesto en el apartado 2.1), se constituye el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con el objeto de coordinar a las organizaciones de ámbito nacional e internacional para trabajar en la conservación del medio ambiente (Moreno Navas, 2008) y el Programa Internacional de Educación Ambiental (Alea García, 2005), con la misión de servir como referencia para los desarrollos que tuvieran lugar en distintos países en materia de educación ambiental (investigación e innovación educativa, formación de docentes, interdisciplinariedad, etc...) (Moreno Navas, 2008).

En 1975 se celebra el Coloquio Internacional sobre Educación relativa al Medio Ambiente, en Belgrado, definiendo los objetivos a alcanzar por la educación ambiental y las líneas de acción en que habría de basarse: adquirir mayor sensibilidad, interés y una comprensión básica por el medio ambiente, valores y predisposición a la participación en la protección y mejora del mismo, y la capacidad de evaluar programas de educación ambiental (Botero Quiceno, 2013).

En la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental (Tiflis, 1977) se vuelve a recomendar a los Estados incorporar la misma en sus sistemas educativos de forma dirigida a todas las capas de la población, estableciendo unas pautas de referencia, la necesidad de adaptarla a los cambios que fueran teniendo lugar en el mundo, y se propone el diseño y elaboración de material educativo (Labrador Herráiz y Del Valle López, 1995).

Posteriormente en 1987 se celebra, en el marco de la UNESCO y el PNUMA, el Congreso sobre Educación y Formación Ambiental de Moscú, aprobándose una Estrategia Internacional de acción en materia de educación y formación ambientales, basada en la investigación y puesta en práctica de modelos educativos, formativos e informativos, la toma de conciencia generalizada de las causas y los efectos de los problemas ambientales, y la formación para una gestión nacional del medio ambiente desde la perspectiva de un desarrollo económico sostenido (Alonso Marcos, 2010; Labrador Herráiz y Del Valle López, 1995).

En 1989 se celebra una Conferencia Internacional sobre Protección de la Atmósfera en La Haya, y en 1990 la Asamblea General de la UICN en Perth (Australia) (Alonso Marcos, 2010). En junio de 1992 se celebra en Río de Janeiro la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, ya referida en el apartado 2.1 (Zabala y García, 2008).

En España los valores medioambientales comienzan a ser adoptados por la sociedad a partir de la década de los 70, en el contexto del fin de la dictadura y la instauración de la democracia, y en 1983 se desarrollan en Sitges las I Jornadas de Educación Ambiental (Rodrigo-Cano et al., 2019). Sin embargo, la educación ambiental no se incorpora como elemento transversal del sistema educativo hasta la aprobación en 1990 de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE) (Moreno Navas, 2008). Desde entonces, ha formado parte del sistema educativo a pesar de los cambios legislativos que en materia de educación se han ido sucediendo, y se han desarrollado proyectos y programas educativos en distintas Comunidades Autónomas (CC.AA). Actualmente, prácticamente todas las CC.AA redactan e implementan sus respectivas estrategias de Educación Ambiental (Rodrigo-Cano et al., 2019). Concretamente en Cantabria se aprobó la Estrategia Cántabra de Educación Ambiental, actualmente vigente mediante el Acuerdo de 22 de junio de 2006, tras haberse celebrado en 2001 las Jornadas de Educación Ambiental de El Astillero, y elaborado en 2002 un informe evaluador del estado de implementación de la educación ambiental en la CC.AA.

En los últimos años del siglo XX se publica el Libro Blanco de la Educación Ambiental por parte del Ministerio de Medio Ambiente de España y la Comisión Técnica de Educación Ambiental, con participación de las Comunidades Autónomas; y se crea la Oficina Española del Cambio Climático. Adicionalmente, desde 2004 se celebra anualmente en España un Seminario de educación y comunicación del cambio climático, que evalúa el estado del desarrollo en el país de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de la ONU. Adicionalmente, España ya ha aportado varios científicos a la composición del personal del IPCC (Rodrigo-Cano et al., 2019).

#### **2.4. LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL CURRÍCULO VIGENTE.**

La legislación en materia de educación en España ha sufrido numerosas modificaciones en el curso de las últimas décadas con motivo de los cambios en el ámbito político que se fueron sucediendo. Así, en 2013 se aprobó la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), que modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). Los principios de la educación ambiental y el desarrollo sostenible, vienen recogidos en ésta última, sin verse en este caso modificados por la ley orgánica posterior, en su artículo 2, apartado e) (Fines):

*"La formación para la paz, el respeto a los derechos humanos, la vida en común, la cohesión social, la cooperación y solidaridad entre los pueblos, así como la adquisición de valores que propicien el respeto hacia los seres vivos y el medio ambiente, en particular al valor de los espacios forestales y el desarrollo sostenible."*

Y en el artículo 23, apartado k, sobre objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria:

*"Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales*

*relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora."*

A su vez, el Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria, desarrolla para dicha CC.AA. y el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria y del Bachillerato (en el ámbito nacional). Asimismo, en el Decreto 38/2015 se enumeran (artículo 3) las competencias básicas a adquirir por parte del alumnado de Educación Secundaria, a cuyo desarrollo ha de contribuirse, en la medida de las posibilidades, desde todas las asignaturas impartidas, y también desde la propuesta didáctica recogida en el presente TFM. Éstas son las siguientes (téngase en cuenta que la concienciación y sensibilización ambiental podrían interpretarse como formar parte, por un lado, de la competencia *b)* en tanto que conocimiento técnico-científico a adquirir, y en las competencias *e)* y *g)* en tanto que actitud a desarrollar):

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

En el artículo 5, en diversos apartados sobre los objetivos de la ESO, se reiteran los siguientes puntos:

- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para

identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.

m) Desarrollar actitudes que contribuyan al desarrollo sostenible de Cantabria.

n) Conocer y valorar el patrimonio histórico, natural y cultural, y las tradiciones de la Comunidad Autónoma de Cantabria, y contribuir a su conservación, difusión y mejora.

En dicho Decreto se establece el currículo vigente para la asignatura de Física y Química, definiendo los contenidos a impartir en cada curso y su división en bloques, así como los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a los contenidos de cada bloque. Desde el punto de vista de la inclusión de la educación ambiental en el currículo de esta asignatura, se puede señalar los siguientes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje reseñables.

- En el curso de 2º de ESO, en el bloque 3 ("Los cambios"); y en 3º de ESO, en el bloque 3, como punto 6:

6. Valorar la importancia de la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente.

6.1 Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC y otros gases de efecto invernadero, relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.

6.2 Propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.

- En el curso de 2º de ESO, en el bloque 5 ("La energía"); y en 3º de ESO, en el bloque 4, de idéntico nombre:

5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.

5.1 Distingue, describe y compara las fuentes renovables y no renovables de energía, analizando con sentido crítico su impacto medioambiental.

6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.

6.1 Compara las principales fuentes de energía de consumo humano, a partir de la distribución geográfica de sus recursos y de los efectos medioambientales.

6.2 Analiza la predominancia de las fuentes de energía convencionales frente a las alternativas, argumentando los motivos por los que estas últimas aún no están suficientemente explotadas.

7. Apreciar la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.

7.1 Interpreta datos comparativos sobre la evolución del consumo de energía mundial proponiendo medidas que pueden contribuir al ahorro individual y colectivo.

- En 4º de la ESO, en el bloque 3 apartado 8 ("Los cambios"):

8. Valorar la importancia de las reacciones químicas de síntesis, combustión y neutralización en los procesos biológicos, aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental.

### **3. OBJETIVOS.**

Los objetivos generales que se desean alcanzar mediante la propuesta didáctica recogida en el presente TFM, con respecto a la formación del alumnado, se exponen a continuación:

- Concienciación del alumnado con respecto a la problemática del cambio climático, y, de forma más general, una actitud de sensibilización respecto a las problemáticas medioambientales.
- Integración del aprendizaje del cambio climático con la formación sobre las distintas fuentes de energía y su mayor o menor contribución a dicho fenómeno, al estar ambos factores conceptualmente ligados.
- Fomento de la adquisición de las competencias clave y consecución de los objetivos recogidos en el currículo de Educación Secundaria vigente.

También se pretende que los alumnos alcancen los siguientes objetivos de carácter más específico.

- Comprensión de la diferencia de los conceptos de cambio climático, y de efecto invernadero.
- Identificación de los principales gases de efecto invernadero, y cálculo de su potencial de calentamiento global.
- Identificación de las principales fuentes de energía no renovables.
- Identificación y las principales fuentes de energía renovable y comprensión de su fundamentación científico-técnica.
- Comprensión de la interacción entre las fuentes de energía y la vida humana.
- Cálculo de la energía generada por una determinada fuente de energía, y estimación de la emisión asociada de gases de efecto invernadero, o, en su defecto, de la emisión evitada de dichos gases.
- Introducción al estado actual de la generación y consumo de energía en España.
- Identificación de buenas prácticas a desempeñar de forma individual y cotidiana con respecto a la problemática estudiada.

#### **4. METODOLOGÍA.**

En este apartado se exponen algunas de las herramientas o enfoques metodológicos que se han empleado para la realización de la propuesta recogida en el presente trabajo, tras notificar algunas de las dificultades observadas en la literatura para la enseñanza de la cuestión considerada, y que han sido tenidas en cuenta para la elaboración de la propuesta.

Entre dificultades observadas en la enseñanza del cambio climático a alumnos de Educación Secundaria de distintos países se encuentran que los alumnos confunden la noción de tiempo atmosférico y clima, confunden o relacionan equivocadamente el fenómeno con otros fenómenos de deterioro medioambiental como el agujero de la capa de ozono, vinculan estrategias de mitigación de otros fenómenos con el cambio climático sin existir dicha relación, o desarrollan sobre él una serie de ideas incoherentes y fragmentadas que son el resultado de sus experiencias personales (Sanchis Gual et al., 2018).

Otra problemática observada es que el incremento durante las últimas décadas de la conciencia social sobre los fenómenos medioambientales no se han traducido, en muchos casos, en conductas personales específicas que den respuesta a dicha conciencia (Varela-Losada et al., 2014).

Este último punto se relaciona con la definición que, desde una perspectiva constructivista, Coll (1983) formula para los conocimientos previos del alumnado como *"representación que posee una persona en un momento determinado de su historia sobre una parcela de la realidad"*; es decir, los alumnos no disponen previamente de un conocimiento global de la realidad, sólo de aquellas porciones (sean ideas correctas o no) de la misma con los que han entrado en contacto mediante distintas vías (Vega Marcote, 2004).

Coll (1990) señala que el alumno afronta un nuevo aprendizaje partiendo de una serie de conceptos, representaciones y conocimientos previamente adquiridos mediante experiencias, a la luz de los cuales lee, interpreta, selecciona y organiza las diferentes informaciones nuevas y las interrelaciona.

Algunas de las problemáticas mencionadas plantean la necesidad de reorientar la educación ambiental a un enfoque basado no sólo en la adquisición de conocimientos, sino en su movilización, integración y uso en diferentes circunstancias de la vida cotidiana, en la adquisición de un pensamiento crítico, el desarrollo de competencias y un compromiso con el medioambiente y las demás personas; mediante un aprendizaje más autónomo y colaborativo (Varela-Losada et al., 2014).

Frente a la concepción tradicional según la cual el aprendizaje del alumno depende casi exclusivamente del rol del profesor como transmisor y el alumno como receptor de los contenidos impartidos, el paradigma constructivista da más protagonismo al alumno, siendo el profesor un mediador del aprendizaje, entre los contenidos y la actividad constructiva autónoma y proactiva del alumnado para su adquisición, guiando y estructurándolo el aprendizaje y construyendo y ofreciendo al alumno un material significativo que puede adoptar diversas formas (por ejemplo, mapas conceptuales). Por tanto, la función esencial del profesor como mediador consiste en actuar de intermediario entre los contenidos de aprendizaje y la actividad constructiva que ponen en práctica los alumnos para asimilarlos (Lara Guerrero, 1997).

La propuesta desarrollada se basa en dicha concepción, empleando una variedad de estrategias (expuestas a continuación) que favorezcan la participación proactiva del alumno, su toma de iniciativa autónoma, el "aprender a aprender", su motivación, en tanto que estrategias de aprendizaje necesarias para favorecer el mismo (Lara Guerrero, 1997).

La lluvia de ideas, o tormenta de ideas o brainstorming, es una técnica que contribuye a crear un clima de confianza e interés en el alumnado, es válida para trabajar con todo el grupo de alumnos independientemente de su tamaño, para analizar conocimientos previos, incorporar y hacer participar a un número de alumnos en poco tiempo, estimulando la creatividad de los participantes y fomentar su toma de iniciativas, fomentar asociaciones nuevas entre ideas previas; pero requiere planificar un hilo conductor por parte del docente. Enriquece y complementa la técnica expositiva (De la Herrán, 2011).

Otra técnica relacionada es la del uso de debates en el aula, que también permite dar soporte a la participación activa de los estudiantes, mostrando la investigación que consigue involucrar a los alumnos para que profundicen en mayor medida en la materia y alcanzar mayores grados de comprensión de la misma, reforzando su autoestima (Gras-Martí y Cano Villalba, 2005).

Los mapas conceptuales son una estrategia útil, centrándose en la creación, evolución y relación de conceptos desde una perspectiva constructivista, para comprender la estructura cognitiva del estudiante, sus conocimientos previos, mejorar la comprensión de los conceptos, para contrastar ideas de distintos alumnos, y, en menor medida, para evaluar su aprendizaje (si bien esto es difícil realizar de forma objetiva, corriéndose el riesgo de evaluar en mayor grado la distribución espacial y otros detalles de forma con respecto al contenido, la relación y jerarquización de los conceptos) (Severiche Sierra et al., 2014).

Otro de los enfoques metodológicos protagonistas de la presente propuesta es la integración de las TIC en ella, que contribuirá, además a facilitar el aprendizaje del alumnado, a desarrollar su competencia digital. Una herramienta audiovisual de dicho tipo que puede constituir un apoyo al docente es el uso de simuladores (Contreras Gelves et al., 2010). Éstos se definen como *"programas que contienen un modelo de algún aspecto del mundo y que permite al estudiante cambiar ciertos parámetros o variables de entrada, ejecutar o correr el modelo y desplegar los resultados"* (Escamilla, 2000). Una ventaja del uso de esta herramienta es el favorecimiento de un clima más apropiado al aprendizaje de los conceptos simulados por parte de los alumnos, al poder éstos participar en su propio aprendizaje, reproduciendo diversos fenómenos de forma fidedigna y realista, y aumentando su interés por la materia (Contreras Gelves et al., 2010). Además, el alumnado suele presentar una valoración positiva de su uso (Cabero-Almenara y Costas, 2016).

La tutoría entre iguales es otra metodología que contribuye a transformar al alumno en protagonista activo de su aprendizaje, empleando las diferencias entre los alumnos (por ejemplo, en nivel de comprensión de los conceptos)

como motor para generar aprendizaje, tanto por parte del alumno tutorizado como el propio alumno tutor, que, viéndose expuesto a la necesidad de expresar sus conocimientos, profundiza en la comprensión de los mismos. El profesorado debería moderar el desarrollo de esta técnica, disminuyendo el riesgo de que el nivel del alumno tutor sea insuficiente para satisfacer la necesidad del alumno tutorizado (Durán et al., 2014). Esta metodología es uno de los ejemplos de distintas estrategias de aprendizaje cooperativo, promoviendo la construcción de conocimientos comunes, favoreciendo los procesos de desarrollo cognitivo en mayor profundidad, la creatividad y preparando a los alumnos para la toma de decisiones en común (Valera-Losada, 2014).

Incorporándose en la propuesta algunas actividades en grupo, se ha considerado más apropiado que dichos grupos sean configurados por el profesor con el fin de mantener un cierto equilibrio y una homogeneidad relativa entre los distintos grupos, incorporando a los mismos un determinado número de alumnos de distintos niveles de rendimiento y características de personalidad y actitudinales.

Otra metodología participativa es el aprendizaje basado en problemas, con el ánimo de promover un aprendizaje significativo que prepare a los alumnos a afrontar problemas de la vida real (Valera-Losada, 2014). En la primera, el alumnado, organizado en grupos, estudia problemas tomados de situaciones reales, con el objetivo de integrar conocimientos y desarrollar sus habilidades intelectuales, habiéndose constatado que favorece el proceso de aprendizaje autónomo (Zabala, 2004).

Otra estrategia de aprendizaje participativo es el aprendizaje basado en proyectos, en la cual los alumnos también son estimulados para ser los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, mediante la indagación y realización de proyectos de aula en los cuales se apliquen determinados conocimientos adquiridos para resolver un problema determinado, actuando como guía el profesor. Estos métodos facilitan que los alumnos aprendan y comprendan los contenidos sobre los cuales llevan a cabo sus indagaciones,

en vez de únicamente memorizar el contenido del cual son receptores; incentivando el desempeño con fuentes de información, la selección y síntesis de contenidos, la asunción de responsabilidad propia, el pensamiento crítico y la expresión oral y escrita (Medina-Nicolalde y Tapia-Calvopiña, 2017).

Además, una propuesta didáctica como la requerida ha de cumplimentar principios como la planificación flexible y adaptada al espacio, tiempo, asignatura, curso y grupo de alumnos; favorecer la creación de un clima distendido que favorezca la expresión de ideas y comunicación, favorecer en el alumnado la conciencia del aprendizaje realizado, y favorecer la satisfacción del alumnado con ánimo de combatir la desmotivación y el aburrimiento (De la Herrán, 2011).

## **5. PROPUESTA DIDÁCTICA.**

### **5.1. UBICACIÓN DE LA PROPUESTA.**

La propuesta didáctica recogida en el presente apartado habría de llevarse a cabo en el seno de la asignatura de Física y Química de 3º de la ESO, con arreglo a lo establecido por la legislación educativa vigente (la LOMCE, que a su vez modifica algunos artículos de la LOE; así como el currículo establecido en el Real Decreto 1105/2014, que en Cantabria se desarrolla mediante el Decreto 38/2015). Quedaría incluida en el seno del Bloque 4 ("La energía"), y se impartiría inmediatamente tras el fin del Bloque 3 ("Los cambios"), constituyendo, en cierto modo, una unidad transitoria entre ambos.

Los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje presentes en el currículo desarrollados en la presente propuesta son los siguientes, pertenecientes, respectivamente, a los citados bloques 3 y 4:

- Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC y otros gases de efecto invernadero, relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.

- Propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.
- Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.
- Distingue, describe y compara las fuentes renovables y no renovables de energía, analizando con sentido crítico su impacto medioambiental.
- Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.
- Compara las principales fuentes de energía de consumo humano, a partir de la distribución geográfica de sus recursos y de los efectos medioambientales.
- Analiza la predominancia de las fuentes de energía convencionales frente a las alternativas, argumentando los motivos por los que estas últimas aún no están suficientemente explotadas.
- Aprender la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.
- Interpreta datos comparativos sobre la evolución del consumo de energía mundial proponiendo medidas que pueden contribuir al ahorro individual y colectivo.

En el momento en que se impartiría esta propuesta, el alumnado contaría con una edad de 14 o 15 años excluyendo repetidores, en función de su fecha exacta de nacimiento (el bloque señalado se imparte, siguiendo el orden establecido en el currículo vigente, en la segunda mitad del curso, ya después del cambio de año), estando los alumnos en fase de adolescencia temprana y entrando en la adolescencia media (Gaete, 2015). En estas fases se consolidan en el alumnado las actitudes y los hábitos adquiridos de forma previa con respecto al medio ambiente (Calixto Flores, 2015), a la par que el adolescente comienza una fase de desarrollo cognitivo en la cual se comienza a desarrollar su capacidad para el pensamiento abstracto y para el

razonamiento (Gaete, 2015), lo cual facilitará la comprensión de los distintos conceptos a impartir y el modo en que se encuentran interrelacionados.

## **5.2. CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS.**

En la presente propuesta se pretende contribuir al desarrollo de las siete competencias básicas en el alumnado del modo en que se expone a continuación.

a) Comunicación lingüística. Se contribuye al desarrollo de esta competencia mediante el ejercicio de destrezas como la comprensión oral y lectora, expresión oral y escrita de los conceptos estudiados y de los resultados de distintas actividades, así como la adquisición de vocabulario específico de los contenidos impartidos en la misma. También se ensayará mediante la búsqueda, análisis, selección y tratamiento de información a la hora de realizar determinadas actividades.

b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. Esta es la competencia más trabajada. Por un lado mediante el uso del razonamiento matemático necesario para la resolución de problemas vinculados a la determinación de la contribución de la emisión de distintos GEI al fenómeno del cambio climático, y por otro mediante el cálculo de cantidades de energía en distintas actividades. Todo ello interrelacionando con la emisión de determinadas cantidades por parte de una u otra fuente con la emisión o ausencia de la misma de cantidades de GEI, mediante el cálculo de la huella de carbono de distintas actividades, y el cálculo de otros modos de expresar estas magnitudes.

También se desarrolla a través de la adquisición y comprensión de los distintos conceptos expuestos a lo largo de la misma, el modo en que se hallan interrelacionados.

c) Competencia digital. Se desarrollará mediante el empleo de las TIC, recursos audiovisuales y otros recursos informáticos. También se ensayará

mediante la búsqueda, análisis, selección y tratamiento de información a la hora de realizar determinadas actividades.

d) Aprender a aprender. Se contribuirá al desarrollo de esta competencia mediante la adquisición y uso de forma autónoma y reflexiva de estrategias de resolución, así como la adquisición de la capacidad para relacionar entre sí las distintas ideas y conceptos transmitidos.

e) Competencias sociales y cívicas. En este ámbito se contribuye mediante la toma de conciencia del alumnado de la importancia del cambio climático, y en general de la conservación del medio ambiente por parte del ser humano, contribuyendo a la concienciación de la necesidad de construir un futuro sostenible desde el punto de vista tanto ambiental como del interés de las generaciones futuras. También se incluye la realización de un proyecto en grupo, en las cuales los alumnos ejerciten su capacidad de cooperación, de debate y argumentación razonada, para llegar de forma consensuada a una estrategia de resolución óptima, con una actitud de respeto y tolerancia.

f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor. Se desarrollará a través de la búsqueda autónoma de estrategias de resolución a las cuestiones que se les planteen, incluyendo el proyecto a desarrollar en grupo.

g) Conciencia y expresiones culturales. La toma de conciencia por parte del alumnado de uno de los problemas ambientales más graves que afronta la humanidad en estos momentos, y el modo en que esto está relacionado con el modelo de desarrollo económico y social en que se basa nuestra sociedad, que constituye por sí una expresión de la cultura contemporánea.

### **5.3. DURACIÓN DE LA PROPUESTA.**

El período durante el cual se prolongará el desarrollo de esta propuesta es de 6 sesiones. Se impartiría tras la última unidad didáctica del bloque 3 de 3º de la ESO; en cierto modo dando conclusión a la misma y como base para la introducción al bloque 4. Se considera que esta duración es la idónea para poder llevar a cabo la propuesta, abordando todos los aspectos recogidos en el

apartado 3 "Objetivos" de este TFM de modo que los alumnos puedan desarrollar las actividades propuestas y asimilar los contenidos.

#### **5.4. CONTENIDOS.**

- Concepto de efecto invernadero. Diferenciar entre el efecto invernadero que tiene lugar de forma natural y es necesario para la vida en la Tierra, y el proceso de calentamiento global producido por el aumento de concentración de GEI.
- Concepto de cambio climático. Diferenciar del concepto de efecto invernadero.
- Efectos adversos del cambio climático.
- GEI. Cuáles son, y el potencial de contribución al cambio climático de los GEI más importantes.
- Fuentes de emisión de GEI. Relación con la industria, transporte, generación de energía.
- Estado actual, distribución geográfica y desglose por fuentes, de la producción y consumo de energía en el mundo.
- Iniciativas existentes en la actualidad para la limitación de emisión de GEI.
- Fuentes de energía renovables. Cuáles son, modo de funcionamiento, ventajas y desventajas, potencial de generación de energía de cada una de ellas.
- Indicadores para la cuantificación de las emisiones de GEI, de su impacto en el cambio climático, y la cuantificación de las emisiones evitadas empleando fuentes de energía renovables. Huella de carbono.
- Hábitos cotidianos más respetuosos que permitan contribuir a la mitigación del cambio climático.

#### **5.5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA POR SESIONES.**

En este apartado se desarrolla en más detalle, en orden cronológico, la programación de las seis sesiones.

##### Sesión 1.

Esta sesión está planteada como una toma de contacto por parte del alumnado con los conceptos y contenidos a impartir. La sesión se dividirá en tres partes diferenciadas.

En primer lugar, los primeros diez minutos se dedicarán a una actividad de brainstorming, o de lluvia de ideas, que permitirá al docente conocer el grado de conocimiento previo existente entre el alumnado de esta materia, y que supondrá un ejercicio de introducción, a la par que fomenta la participación del alumnado en clase.

El docente escribirá en el encerado el término "Cambio climático" y encargará a los alumnos exponer todas las ideas y conceptos de que dispongan en dicho momento relacionados con el término. Si el alumnado no se mostrara en principio lo suficientemente proclive a participar, el docente deberá tratar de animarlos a hacerlo, escribiendo, si fuera necesario, algún otros términos relacionados. El objetivo es que, durante el desarrollo de la actividad, surjan (y se expliquen de forma introductoria) los términos de clima, tiempo meteorológico, cambio climático, calentamiento global, efecto invernadero, radiación solar, gases de efecto invernadero, atmósfera, composición de la atmósfera, radiación infrarroja, océanos, reflexión, actividad humana, generación de energía, emisiones de GEI, dióxido de carbono, temperatura media, combustibles fósiles, fuentes de energía renovables, industria, transporte, alimentación y necesidades humanas.

Una vez concluida la lluvia de ideas, el profesor encomendará a que el alumnado realice, de forma individual, un mapa conceptual relacionando todos los conceptos surgidos en el desarrollo de la actividad anterior, haciendo uso de la herramienta Microsoft Office Power Point, y redacte, empleando Microsoft Office Word, un breve resumen expositivo del mapa conceptual elaborado. El profesor actuará como guía de los alumnos y aclarará las dudas que surjan. Se dedicarán unos veinte minutos a esta actividad en clase, y aquel alumno que no la concluyera a tiempo deberá concluir la en casa, pudiéndose entregar el trabajo, en Moodle u otra plataforma virtual, durante el desarrollo de la clase.

El objetivo de esta actividad anterior es que, a partir de los conceptos expuestos en la primera actividad, sea el propio alumno quien, de forma autónoma si bien guiada por el docente, los relacione entre sí, adquiriendo una visión de conjunto sobre los mismos y explicando el proceso de razonamiento seguido en el proceso.

Por último, se planteará para los veinticinco minutos restantes una tercera actividad, la cual habrá de desarrollarse en grupos que trabajen de forma autónoma pero guiada por el profesor. Se dividirá la clase en cinco grupos, previamente confeccionados por el profesor, uno por cada continente (Europa, América, África, Asia, y Oceanía). Cada grupo deberá buscar, valiéndose de la página web de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), los datos de producción y consumo de energía, desglosado por su fuente de obtención, de los distintos países del continente asignado al grupo.

Cada grupo deberá elaborar, en base a los datos recopilados para los distintos países, una presentación de Power Point, que deberá durar cinco minutos al exponerse en la siguiente sesión, sobre el panorama general de la producción y consumo de energía, en función de sus fuentes de origen, en el continente asignado, destacando los datos de los países más significativos y aquellos países o grupos de países que ofrecieran datos particularmente diferentes del resto, en uno u otro sentido. El profesor dará las pautas necesarias a los grupos para que comprendan y sigan estos criterios, resolverá todas las dudas que se planteen y aconsejará a los grupos que dividan su carga de trabajo entre sus miembros de forma equitativa.

El objetivo de esta tercera actividad es que los alumnos, durante las dos primeras sesiones, se familiaricen con las distintas fuentes de energía empleadas en la actualidad en el mundo, así como la distribución geográfica y la proporción (en porcentajes) del empleo de las distintas fuentes en los distintos países (particularmente los más significativos) y continentes, conociendo, de forma global pero sin necesidad de desarrollar de forma muy detallada, la situación actual al respecto.

Igualmente, esta actividad pretende familiarizar al alumnado en la búsqueda de estadísticas en fuentes oficiales, y en la selección y tratamiento de la información obtenida.

## Sesión 2.

Durante los primeros veinticinco minutos, los cinco grupos expondrán al resto de la clase sus presentaciones propuestas por el docente en la sesión anterior. Se encomendará a los distintos alumnos que elaboren, en clase o en casa, un pequeño resumen de lo expuesto por los demás grupos, poniéndose en común, por medio de Moodle u otra plataforma virtual, las distintas presentaciones para que todos los alumnos dispongan de acceso a las mismas.

A continuación, durante quince minutos, el profesor solicitará a algunos de los alumnos cuyos mapas conceptuales el docente estime más correctamente realizados, que salgan al encerado y, guiados por la pauta del docente (que añadirá, según fuera necesaria, las explicaciones adicionales oportunas), los expongan y expliquen al resto de la clase, introduciéndose un elemento de tutoría entre pares con el fin de facilitar por parte del resto del alumnado la comprensión y asimilación del contenido.

Durante los próximos cinco minutos, el profesor expondrá los conceptos de huella de carbono, potencial de calentamiento global (indicadores de medición de cantidades emitidas de GEI y su impacto sobre el calentamiento global, respectivamente) y el concepto de unidad de masa de dióxido de carbono equivalente, unidad para la medida del potencial impacto de las emisiones de GEI en el calentamiento global.

Finalmente, el docente encomendará a los alumnos, a modo de tarea individual, una pequeña tarea cuyo objetivo será la búsqueda por parte de los alumnos, valiéndose de la página web del IPCC, de los distintos GEI existentes. Una vez los alumnos hayan confeccionado, individualmente, una lista de los mismos, se concluirá la clase consultándose online el documento "The Sustainability Metrics", de la "Institution of Chemical Engineers" del Reino Unido (documento de referencia, entre otros aspectos, para la estimación del

impacto que conlleva la emisión de determinadas cantidades de los distintos GEI, desde el punto de vista de distintos fenómenos de deterioro medioambiental, incluyendo el calentamiento global, impacto medido en toneladas de dióxido de carbono equivalente por unidad de tiempo). El profesor ayudará a los alumnos a consultar este documento, incluyendo las dudas que pudieran surgir debido al hecho de que el mismo esté en inglés, y realizará un ejemplo en la pizarra que muestre cómo, a partir de ciertas cantidades de algunos de los distintos GEI, se puede estimar su potencial efecto sobre el calentamiento global.

Para la siguiente sesión se encomendará a los alumnos la resolución de algunos ejercicios sencillos, en que se les proporcionará ejemplos en que en distintas actividades se emiten determinadas cantidades de distintos GEI, para que calculen el potencial de calentamiento global.

El objetivo de estas últimas actividades es introducir al alumnado al cálculo de distintos indicadores que permitan cuantificar el fenómeno estudiado, aspecto en el cual se profundizará en mayor medida en sesiones posteriores, tratando de que participen de forma activa en el proceso de aprendizaje.

### Sesión 3.

Durante los primeros diez minutos el profesor hará un repaso, realizando a la vez preguntas a los alumnos para fomentar su participación y ayudar a consolidar en los alumnos los conocimientos ya impartidos, los conceptos de cambio climático y efecto invernadero, enfatizando en la necesidad de diferenciar y no confundir dichos conceptos; así como los orígenes del cambio climático antropogénico, y las distintas fuentes de energía existentes. Durante otros diez minutos, el profesor propondrá a los alumnos, para asentar estos conocimientos, el uso (tanto por parte del profesor como por parte del alumnado de forma individual) del simulador de efecto invernadero y calentamiento global, proporcionado por la Universidad de Colorado en el siguiente enlace:

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=es>

Debido a su sencillo uso y que contiene múltiples opciones para simular el fenómeno estudiado, dicho simulador es una herramienta audiovisual potente para asentar de este conocimiento en el alumnado, sobre todo por parte de alumnos curiosos.

Durante el resto de la sesión, 35 minutos, se dividirá al alumnado en ocho grupos (uno por cada tipo de energía renovable a estudiar; energía solar, eólica, mareomotriz, undimotriz, geotérmica, hidroeléctrica, biocombustibles y biomasa). A cada uno de los grupos se les encomendará el estudio de una de estas fuentes de energía, para elaborar, con ayuda de Power Point, un póster, que en la última sesión deberán exponer al resto de grupos y un informe de varias páginas sobre el mismo, que entregarán al profesor mediante Moodle u otra plataforma virtual.

Entre los aspectos que, como se les expondrá, deberá tratar cada grupo en su trabajo está explicar el funcionamiento de una instalación de generación de electricidad mediante dicha fuente, identificar zonas geográficas donde su uso sería más apropiado, identificar las ventajas y desventajas, el posible impacto ambiental que pudiera tener su uso, e investigar sobre la capacidad potencial de generación de dicha fuente, calculando el ahorro en GEI que se dejan de emitir, si se compara con la misma producción de energía mediante carbón, petróleo o gas natural (exponiéndose el modo de realizar de estos cálculos en próximas sesiones; la información correspondiente este apartado del trabajo deberá disponerse para la sesión 5).

El profesor les indicará las pautas de los contenidos que se han de investigar, resolverá las dudas que se le vayan planteando, y expondrá cómo se puede realizar un póster con las características solicitadas. También ayudará a los grupos en la medida en que éstos lo requieran, en el proceso de búsqueda de información. Uno de los objetivos que deben alcanzar los docentes es ayudar a los alumnos a aprender a discernir la utilidad y fiabilidad de las distintas fuentes

de información existentes en la Red, así como a discernir qué información o conocimiento es científica y cuál no lo es.

Se dejará a los grupos durante el resto de la sesión comenzar el trabajo y plantear todas las dudas que surgieran al profesor para que éste oriente sus trabajos y les provea con las explicaciones que necesiten, tanto a lo largo de esta sesión, como al final de las sesiones restantes. La tarea deberá completarse en casa.

Esta actividad pretende tanto contribuir a la formación del alumnado en búsqueda, selección, tratamiento y exposición de información, como a profundizar en su conocimiento sobre las distintas fuentes de energía renovables (tanto su funcionamiento como ventajas, desventajas y modo de aplicación, así como potencial energético); y en su capacidad de trabajar en grupo, organizándose de forma autónoma, asumiendo responsabilidades y debatiendo en el seno del grupo, llegando a consensos sobre el modo de resolver la actividad planteada, en un clima de respeto apropiado.

#### Sesión 4.

En esta sesión, se propondrá a los alumnos una tarea individual de investigación, cuyas temáticas serán: los efectos adversos del cambio climático, medidas adoptadas a día de hoy para mitigarlo, y hábitos personales cotidianos que podrían contribuir a mitigar el fenómeno.

Para esto dispondrán de la sesión íntegra. Esta actividad está planteada para ser realizada en clase, por lo que no se pedirá a los alumnos que continúen realizándola en el hogar. Se entregará en forma de informe, en formato .doc mediante Moodle u otra plataforma virtual al profesor al final de la sesión. Se valorará de forma positiva si además el alumno puede realizar, en el mismo formato, un esquema sobre aquello que ha investigado.

El profesor actuará como guía de la actividad, favoreciendo el aprendizaje autónomo, proporcionando las pautas necesarias sobre qué se desea investigar (véase párrafo posterior), resolviendo dudas, y asistiendo en el

proceso de búsqueda de información, habilidad en que debe hacerse hincapié en la necesidad de distinguir informaciones científicas y veraces de las que no lo son.

Entre los distintos efectos se espera alcanzar es que los alumnos hallen la alteración de los regímenes de lluvia y de vientos, de climas regionales, deshielo de polos y aumento del nivel del mar, sepultación de islas y zonas costeras, aumento de determinadas enfermedades y escasez de recursos agrícolas e hídricos. También se espera que traten el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París de 2015 y, de forma superficial, las legislaciones existentes en la Unión Europea sobre límites de emisión de GEI.

En cuanto a los hábitos personales, se espera que propongan medidas de ahorro de energía, de materiales, incluyendo una reflexión sobre los efectos del modelo de consumo existente sobre el fenómeno existente, así como hábitos de reciclar o reutilizar materiales una vez concluido su uso previsto.

#### Sesión 5.

Durante esta sesión se trabajará con los indicadores que permiten cuantificar las emisiones de GEI.

Durante los primeros veinticinco minutos se realizará con un primer ejemplo por parte del profesor, al menos dos ejemplos de ejercicios sencillos en los que se calcule la huella de carbono y el potencial de cambio climático (para este último indicador, siguiendo la metodología ya ensayada en la sesión 2) de sendos supuestos de fabricación de productos. Se tratará de problemas sencillos, no se pretende, en este caso, abarcar un nivel de detalle excesivo ni valorar de forma detallada toda la cadena o ciclo de vida de un proceso o producto.

En cada uno de sendos casos, se realizará una estimación de la equivalencia de la cantidad emitida de GEI, al número de árboles necesario para captar dicha cantidad y transformarla en oxígeno, referenciado de forma anual. Esto permitirá que los alumnos visualicen mejor el significado de los números obtenidos mediante cálculo.

Durante la segunda mitad de la clase, por otra parte, se realizará, a partir de las búsquedas realizadas en el contexto de los trabajos grupales sobre las distintas fuentes de energía renovables, cálculos relativos al potencial de generación de energía que pueda contar una determinada instalación alimentada por algunos ejemplos de fuente de energía; la cantidad de combustible fósil (tomando como referencia el petróleo para los cálculos) a consumir para generar dicha cantidad de energía, el dióxido de carbono equivalente que se emitiría en este último caso, su potencial de cambio climático y, de nuevo, la estimación del número de árboles necesarios para capturar dichas emisiones de forma anual.

De nuevo, se tratará de no dotar a estos ejercicios de excesiva complejidad, ya que el objetivo no es ése, sino ayudar a que los alumnos comprendan la relación entre los distintos factores expuestos durante la realización de los mismos, mediante la cuantificación de los distintos parámetros expuestos; y que lo relacionen con los contenidos que se han ido impartiendo durante las sesiones previas.

Todos los casos se realizarán en clase, aunque, si el profesor lo considerara oportuno para reforzar y consolidar el contenido impartido en esta sesión, podría proponer actividades de refuerzo (para aquellos que muestren dificultades para asimilar estos aspectos) o de ampliación (para aquellos que muestren un rendimiento superior a la media durante el desarrollo de la sesión) a realizar de forma voluntaria en casa.

### Sesión 6.

Durante los primeros 40 minutos, los distintos ocho grupos expondrán, de forma resumida durante 5 minutos, sus trabajos grupales, basándose en el póster realizado (no se pedirá una presentación de Power Point como tal), sobre la fuente de energía renovable que se les hubiera asignado en la sesión 3. Como ya se propuso para el primer trabajo en grupo, se encomendará a los distintos alumnos que elaboren, en casa (dándoseles el plazo de una semana para ello), un pequeño resumen de lo expuesto por los demás grupos, poniéndose en común, por medio de Moodle u otra plataforma virtual, las

distintas presentaciones para que todos los alumnos dispongan de acceso a las mismas.

También se pretende, con este tipo de actividades, no sólo la búsqueda, selección y tratamiento de información, sino que los alumnos ejerciten la capacidad de selección de ideas más importantes en el seno de su propio trabajo, y de síntesis de las mismas, así como su capacidad de defender su trabajo de forma razonada.

Durante el cuarto de hora de la sesión se celebrará un coloquio, moderado por el docente (que velará porque impere durante su desarrollo una actitud de respeto, educación y tolerancia mutuos), en el cual los alumnos deberán debatir entre sí, defendiendo de forma argumentada y razonada, sobre los siguientes puntos:

- Principales ideas que los alumnos consideren necesario destacar sobre los contenidos impartidos durante estas sesiones, así como las reflexiones propias que éstas hayan suscitado en ellos.
- Medidas que se deberían de adoptar para hacer frente al fenómeno estudiado, así como el grado de idoneidad o de suficiencia de las medidas adoptadas hasta ahora, las cuales han estudiado en la investigación de la sesión 4.
- Debate sobre el estado de la cuestión de la implantación energías renovables, y argumentos a favor o en contra de cada una de ellas.
- Hábitos a desarrollar de forma personal, durante la vida cotidiana, para contribuir en menor medida al agravamiento del cambio climático.

Por supuesto, cada punto se tratará de forma breve, durante no más de cinco minutos. De nuevo, no sólo los alumnos ejercerán su capacidad expresiva y de argumentación, sino también su capacidad de centrarse en los aspectos más importantes de una información y de sintetizarlos.

El profesor no obligará en este debate a la participación de todo el mundo por la imposibilidad práctica, pero sí valorará positivamente a aquellos que muestren mayor iniciativa y disposición a participar.

## **5.6. RECURSOS DIDÁCTICOS.**

- Pizarra tradicional.
- Equipo del docente con cañón y proyector.
- Equipo informático individual con conexión a Internet. Con este fin las clases se desarrollarán en un aula de informática.
- Microsoft Office Power Point.
- Microsoft Office Word.
- Moodle o plataforma virtual del IES correspondiente.
- Simulador de la Universidad de Colorado para efecto invernadero y cambio climático.
- Calculadora científica.
- Actividades de cálculo.
- Mapas conceptuales.

## **5.7. SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL ALUMNADO.**

A continuación, se muestran los criterios de calificación de la propuesta realizada. El profesor se basará, para la estimación de la calificación correspondiente los criterios presentados en los Anexos I, II y III; basándose tanto en la observación directa del alumnado durante las sesiones (tanto de forma individual como durante los trabajos en grupo y sus respectivas exposiciones) como en los materiales (presentación y póster de Power Point, mapa conceptual, resúmenes e informe de la sesión 4) presentados, tanto a nivel individual como grupal.

Al comienzo de la primera sesión, el docente entregará a los alumnos una fotocopia en papel (la cual también se podrá consultar en Moodle o la plataforma virtual correspondiente) donde se detallarán los criterios de evaluación y se mostrarán los criterios empleados en la calificación correspondientes a cada una de las siguientes categorías.

- 40% de la calificación. Corresponderá a los trabajos en grupo. De forma más específica, un 15% corresponderá al trabajo en grupo sobre distribución y desglose de la producción energética en las regiones del

globo según su fuente de origen, y un 25% al trabajo en grupo sobre energías renovables. En el Anexo I se muestran los criterios en los que se basará el docente para la evaluación de estas actividades.

- 50 % de la calificación. Corresponde a los distintos trabajos realizados de forma individual. Más específicamente, un 15% corresponde al mapa conceptual y a los tres resúmenes a elaborar individualmente (el del mapa conceptual de elaboración propia, y los dos resúmenes sobre las presentaciones expuestas por los demás grupos), un 10% a los problemas de las sesiones 2 y 5; y un 25% al trabajo de investigación individual desarrollado durante la sesión 4. En el Anexo II se muestran los criterios en los que se basará el docente para la evaluación de estas actividades.
- 10 % de la calificación. Corresponderá a la actitud y comportamiento del alumnado durante el desarrollo de las sesiones, incluida la participación en aquellas actividades donde se incentive de forma activa la misma por parte del profesor. Para ello el docente observará los criterios recogidos en el Anexo III.

Para poder promediar con el resto de la evaluación, se exigirá la entrega de todas las actividades propuestas y una calificación mínima de 4.

Para aquellos que no consiguieran superar los requisitos necesarios para aprobar, se encomendaría un trabajo de recuperación, a realizar de forma individual, que constituyera un compendio de todas las actividades y contenidos desarrollados a lo largo de la propuesta.

### **5.8. AUTOEVALUACIÓN.**

La propuesta formulada no ha podido ser llevada a la práctica en un aula en tiempo real, por lo que no ha podido, por el momento, evaluarse su grado de eficacia e idoneidad para la consecución de los objetivos que persigue.

No obstante, la propuesta ha sido elaborada con ánimo de considerarse una propuesta abierta a posibles modificaciones, si, en el momento de ser ejecutada, en base a los criterios recogidos en el Anexo IV de forma basada en

el desarrollo de la ejecución de la propuesta, se identificarán posibles áreas de mejora en la misma, susceptibles de ser modificadas.

### **5.9. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.**

De acuerdo al Decreto 78/2019, de 24 de mayo, de ordenación de la atención a la diversidad en los centros públicos y privados concertados que imparten enseñanzas no universitarias en la Comunidad Autónoma de Cantabria, se dispondrá para el alumnado con necesidades educativas especiales, medidas específicas, en forma de adaptaciones curriculares individualizadas.

Para casos de alumnos con un rendimiento inferior al esperado, pero sin necesidades educativas especiales, se propondrán medidas ordinarias en forma de actividades de refuerzo adicionales; y para casos de alumnos con un rendimiento superior se plantearían actividades de ampliación de los contenidos impartidos.

### **6. CONCLUSIONES.**

En el presente TFM se ha desarrollado una propuesta didáctica que pretende alcanzar una serie de objetivos: concienciar, a la par que formando en su conocimiento, al alumnado de Física y Química con respecto a una de las problemáticas medioambientales más relevantes existentes en la actualidad; integrar el conocimiento del fenómeno con la formación en las distintas fuentes de generación de energía, comprendiendo la interrelación entre estos y otros factores como puede ser nuestra forma de vida cotidiana y desarrollo como sociedad, además, hacer esto contribuyendo de forma intensiva a la adquisición por parte del alumnado de todas las competencias clave establecidas en la legislación educativa vigente.

Además, el enfoque de la temática (examinándola desde los distintos puntos de vista mencionados, que forman un conjunto interrelacionado) pretende actuar como un elemento de refuerzo para la fase del desarrollo cognitivo de un adolescente en que comienza a desarrollar el pensamiento abstracto y la capacidad de razonamiento crítico.

La propuesta ha sido elaborada teniendo en cuenta una serie de enfoques metodológicos pedagógicos propuestos en la literatura existente para su empleo en el desarrollo de la educación ambiental, lo cual se ha traducido en una variedad de tipos de actividades, empleando distintos tipos de recursos, ejercitando distintas destrezas, involucrando al alumnado de forma activa y haciéndoles protagonistas de un aprendizaje autónomo, en que el docente desempeña un papel de guía en el mismo.

Esta propuesta didáctica no ha podido llevarse a cabo en un aula, por lo cual no ha sido posible llevar a cabo en tiempo real una evaluación sobre el desarrollo de la misma. Es por ello que puede considerarse una propuesta abierta, que si bien trata de dar respuesta a una serie de necesidades, es no obstante susceptible de ser revisada, con el fin de identificar áreas de mejora en la misma con el fin de, si fuera necesario, reorientarla.

## **7. BIBLIOGRAFÍA.**

Acuerdo de 22 de junio de 2006 por el que se aprueba la Estrategia Cantabria de Educación Ambiental. Boletín Oficial de Cantabria, 131, de 7 de julio de 2006.

Agencia Internacional de la Energía (2020). <https://www.iea.org/>

Aguilera Peña, R. (2018). La educación ambiental, una estrategia adecuada para el desarrollo sostenible de las comunidades. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible*, 11(31).

Alea García, A. (2005). Breve historia de la educación ambiental: del conservacionismo hacia el desarrollo sostenible. *Revista Futuros*, 12, 1-10.

Alonso Marcos, B. (2010). *Historia de la Educación Ambiental. La Educación Ambiental en el siglo XX*, España, Asociación Española de Educación Ambiental.

Bolaños González, J.I. (2017). *La enseñanza y el aprendizaje del cambio climático en el aula* (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de La Laguna, La Laguna (Canarias).

Botero Quiceno, H.J. (2013). Construcción de un marco legal nacional e internacional a considerar para el concepto de ambiente. *Revista de Educación y Pensamiento del Colegio Hispanoamericano*, 2, 120-132.

Caballero, M., Lozano, S. & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las Ciencias de la Tierra. *Revista Digital Universitario*, 8(10), 2-12.

Cabero-Almenara, J., & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Prisma Social*, 17, 343-372.

Calixto Flores, R. (2015). Propuesta en educación ambiental para la enseñanza del cambio climático. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 29(15), 54-68.

Campins Eritja, M. (2015). De Kioto a París: ¿evolución o involución de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático?. *Instituto Español de Estudios Estratégicos*. Ministerio de Defensa del Gobierno de España.

Candrea, A. (2011). La pedagogía universitaria ante los desafíos que generan las nuevas problemáticas del campo ambiental. El cambio climático como problemática pedagógica. En Tauber, F.A. (Presidencia). *III Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable*. Congreso llevado a cabo por la Universidad Nacional de La Plata. La Plata (Argentina).

Coll, C. (1983). La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En Coll, C. (ed.), *Psicología genética y aprendizajes escolares*, 183-202. Madrid (Comunidad de Madrid): Siglo XXI.

Coll, C. (1990). Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza. En Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (eds.), *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la Educación*, 435-454. Madrid (Comunidad de Madrid): Alianza.

Contreras Gelves, G.A., García Torres, R., & Ramírez Montoya, M.S. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura*, 2(1), 86-100.

Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Boletín Oficial de Cantabria extraordinario, 39, de 5 de junio de 2015, 2711-3784.

Decreto 78/2019, de 24 de mayo, de ordenación de la atención a la diversidad en los centros públicos y privados concertados que imparten enseñanzas no universitarias en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Boletín Oficial de Cantabria, 105, de 3 de junio de 2019, 15764-15794.

De la Herrán, A. (2011). Técnicas didácticas para una enseñanza más formativa. En Álvarez Aguilar, N., & Cardoso Pérez, R. (Coords.), *Estrategias y metodologías para la formación del estudiante en la actualidad*, 1-80. Camagüey (Cuba): Universidad de Camagüey.

Del Valle Melendo, J. (2014). El cambio climático: reflexiones tras la cumbre de Varsovia. *Instituto Español de Estudios Estratégicos*. Ministerio de Defensa del Gobierno de España.

Durán, D., Flores, M., Mosca, A., & Santiviago, C. (2014). Tutoría entre iguales, del concepto a la práctica en las diferentes etapas educativas. *InterCambios*, 2(1), 31-39.

Escamilla, J.G. (2000). *Selección y uso de tecnología educativa*, México: Trillas.

Espejo Marín, C. (2006). *Las energías renovables en la producción de electricidad de España*, Murcia (Región de Murcia): Caja Rural Regional.

Estenssoro, F. & Devés, E. (2013). Antecedentes históricos del debate ambiental global: los primeros aportes latinoamericanos al origen del concepto

de Medio Ambiente y Desarrollo (1970-1980). *Estudios Ibero-Americanos*, 39(2), 237-261.

Feldmann, F.J. & Biderman Furriela, R. (2001). Los cambios climáticos globales y el desafío de la ciudadanía planetaria. *Acta Bioethica*, 7(2).

Gaete, V. (2015). Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista chilena de pediatría*, 86(6), 436-443.

Gras-Martí, A., & Cano Villalba, M. (2005). Debates y tutorías como herramientas de aprendizaje para alumnos de ciencias: análisis de la integración curricular de recursos del campus virtual. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 167-180.

Institution of Chemical Engineers (2009). The Sustainability Metrics. Sustainable Development Progress Metrics recommended for use in the Process Industries. Recuperado de: [http://nbis.org/nbisresources/metrics/triple\\_bottom\\_line\\_indicators\\_process\\_industries.pdf](http://nbis.org/nbisresources/metrics/triple_bottom_line_indicators_process_industries.pdf)

Instituto Nacional de Estadística (2018). España en cifras 2018. Recuperado de: [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2018/40/](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/40/)

Labrador Herráiz, C. & Del Valle López, A. (1995). La Educación Medioambiental en los documentos internacionales. Notas para un estudio comparado. *Revista Complutense de Educación*, 6(2), 75-94.

Lara Guerrero, J. (1997). Estrategias para un aprendizaje significativo-constructivista. *Enseñanza*, 15, 29-50.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006, 17158-17207.

Ley Orgánica 9/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858-97921.

Medina-Nicolalde, M.A., & Tapia-Calvopiña, M.P. (2017). El aprendizaje basado en proyectos, una oportunidad para trabajar interdisciplinariamente. *OLIMPIA. Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 14(46), 236-246.

Moreno Navas, F.M. (2008). Origen, concepto y evolución de la educación ambiental. *Innovación y Experiencias Educativas*, 13, 1-9.

Noticias de la Organización de las Naciones Unidas (2020). Cambio climático: el año 2019, el segundo más cálido registrado tras 2016. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/01/1468012>

Observatorio de la Sostenibilidad en España (2013). Manual de cálculo y reducción de huella de carbono en comercios. Recuperado de: [http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2013/06/manual\\_huella-carbono\\_comercios.pdf](http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2013/06/manual_huella-carbono_comercios.pdf)

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático(2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estado de Nueva York, Estados Unidos de América.

Píriz Hurtado, G. (2017). *Cálculo y diseño de una central de energía undimotriz* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Carlos III de Madrid, Madrid (Comunidad de Madrid).

Quintero González, J.R., & Quintero González, L.E. (2015). Sistemas de producción y potencial energético de la energía mareomotriz. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16(1), 39-45.

Ramírez González, J. (2013). *Propuesta didáctica para la enseñanza de las "energías renovables" en 4º E.S.O.* (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de Almería, Almería (Andalucía).

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015, 169-546.

Ritter O., W., Guzmán R., S., Sánchez-Santillán, N., Suárez S., J., Corona V., C., Muñoz N., H., Ramos V., A., Rodríguez M., R., & Pérez E., T.E. (2002). El clima como sistema complejo adaptativo en coevolución. *Ciencia y Mar*, 17, 23-35.

Robilliard Chiozza, C. (2009). Generación de electricidad a partir de energía geotérmica. *Ingeniería Industrial*, 27, 185-205.

Rodrigo, A.J. (2018). El acuerdo de París sobre el cambio climático: entre la importancia simbólica y la debilidad sustantiva. En Martínez Capdevila, C. & Martínez Pérez, E. (Dirs.), *Retos para la acción exterior de la Unión Europea*, .409-431. Valencia (Comunidad Valenciana): Tirant lo Blanch.

Rodrigo-Cano, D., Gutiérrez Bastida, J.M. & Ferreras Tomé, J. (2019). 35 años de éxito en la Educación Ambiental en España. *Revista de Educación Social*, 28, 32-43.

Rodríguez Becerra, M., & Mance, H. (2009). *Cambio climático: lo que está en juego*, Bogotá, Colombia: Foro Nacional Ambiental.

Salinas Callejas, E. & Gasca Quezada, V. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*, 157, 75-82.

Sanchis Gual, R., Solaz-Portolés, J.J., & Sanjosé López, V. (2018). Creencias sobre tiempo meteorológico, clima y cambio climático en estudiantes de secundaria. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 86, 987-1010.

Severiche S., C.A. (2013). El agua y la generación de energía en entornos de sostenibilidad. *Cap&Cua Revista de la Escuela de Ingenierías y Arquitectura*, 9, 1-6.

Severiche Sierra, C.A., Jaimes Morales, J.C., & Acevedo Barrios, R.L. (2014). Mapas conceptuales como estrategia de enseñanza-aprendizaje en las ciencias ambientales. *Itinerario Educativo*, 64, 163-176.

Universidad de Colorado (2002). Física para todos. Simulación interactiva del efecto invernadero 3.04. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=es>

Useros Fernández, J.L. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50, 71-98.

Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, F.J. & Álvarez-Lires, M.M. (2014). Desarrollo de competencias docentes a partir de metodologías participativas aplicadas a la Educación Ambiental. *Formación Universitaria*, 7(6), 27-36.

Vega Marcote, P. (2004). *La educación ambiental en la formación inicial del profesorado. Análisis de un modelo didáctico para el desarrollo de la competencia para la acción a favor del medio* (tesis doctoral). Universidad de La Coruña, La Coruña (Galicia).

Zabala, A. (2004). *Métodos para la enseñanza de las competencias*. Barcelona (Cataluña): Graó.

Zabala, I., & García, M. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación*, 63, 201-18.

## **ANEXO I. CRITERIOS PARA LA CORRECCIÓN DE TRABAJOS EN GRUPO.**

Valórese cada apartado seleccionando uno de los siguientes valores en función de los resultados de la observación del alumnado, de las exposiciones realizadas y de los materiales entregados: 1-Muy poco. 2-Insuficiente. 3-Suficiente. 4-Notable. 5-Excelente.

1. Colaboración por parte del alumnado en el trabajo en grupo.
2. El grupo se organiza bien para toma decisiones manteniendo un debate argumentado, respetuoso y tolerante.
3. La división de la carga de trabajo entre los miembros es más o menos equitativa y razonable, durante el desarrollo del mismo y en la exposición.
4. Los alumnos del grupo muestran interés en la tarea realizada.
5. El contenido del trabajo es apropiado para satisfacer las necesidades y dar respuesta a las cuestiones planteadas por el mismo.
6. Calidad en la elaboración de los contenidos recogidos en los materiales entregados al docente.
7. Orden y limpieza de los materiales entregados al docente.
8. Eficacia del proceso de búsqueda, selección y tratamiento de la información.
9. Autonomía a la hora de realizar la exposición: ¿se limitan los alumnos a leer un papel o diapositiva, o expresan de forma propia demostrando una buena asimilación de los contenidos trabajados?
10. El alumnado muestra durante la exposición una correcta adquisición y asimilación de los contenidos.
11. Calidad expresiva de la exposición. Uso de la terminología apropiada.
12. Capacidad de hacerse comprender durante la exposición al resto de grupos de la clase.
13. Capacidad de síntesis en la exposición, ciñéndose al tiempo establecido.

## **ANEXO II. CRITERIOS PARA LA CORRECCIÓN DE TRABAJOS INDIVIDUALES.**

Valórese cada apartado seleccionando uno de los siguientes valores en función de los resultados de la observación del alumnado, de las exposiciones realizadas y de los materiales entregados: 1-Muy poco. 2-Insuficiente. 3-Suficiente. 4-Notable. 5-Excelente.

1. El alumno muestra interés y concentración en la tarea realizada.
2. Eficacia del proceso de búsqueda, selección y tratamiento de la información.
3. El contenido del trabajo es apropiado para satisfacer las necesidades y dar respuesta a las cuestiones planteadas por el mismo.
4. Calidad en la elaboración de los contenidos recogidos en los materiales entregados al docente.
5. Orden y limpieza de los materiales entregados al docente.
6. Calidad de la expresión escrita. Uso de una terminología precisa y apropiada.
7. Demostración de la asimilación de los contenidos trabajados.
8. Capacidad de síntesis y discernimiento de la relevancia de distintas informaciones en la elaboración de resúmenes.
9. En los ejercicios que implican la realización cálculos, el alumno comprende las estrategias de resolución adecuadas y las aplica de forma acertada.
10. En los ejercicios que implican la realización cálculos, el alumno obtiene el resultado final correcto.

### **ANEXO III. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN EL AULA**

Valórese cada apartado seleccionando uno de los siguientes valores en función de los resultados de la observación del alumnado, de las exposiciones realizadas y de los materiales entregados: 1-Muy poco. 2-Insuficiente. 3-Suficiente. 4-Notable. 5-Excelente.

1. El alumno participa de forma activa en las actividades realizadas en clase de forma oral.
2. El alumno muestra interés y presta atención durante el desarrollo de las sesiones.
3. El alumno no interrumpe ni lleva a cabo conductas disruptivas que interrumpan o impidan el desarrollo fluido de las sesiones.
4. El alumno sigue las pautas indicadas por el docente, cuando éste considera necesario suministrarlas para el desempeño de las actividades programadas.
5. En actividades donde se requiere el debate entre alumnos, éstos exponen de forma razonada sus argumentos, mostrando una actitud respetuosa y tolerante hacia el docente y sus compañeros.
6. En actividades donde se requiere el debate entre alumnos, éstos respetan las pautas dictadas por el docente en tanto que moderador de la actividad.
7. Las intervenciones del alumno aportan un enfoque o ideas interesantes para el desarrollo de la actividad.
8. Las intervenciones del alumno se realizan siguiendo una lógica y con sentido, con intención real de aportar al desarrollo de la actividad.
9. Las intervenciones del alumno demuestran haber asimilado de forma correcta los contenidos trabajados y haber adquirido conciencia sobre la problemática considerada.

#### **ANEXO IV. CRITERIOS PARA LA AUTOEVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LA PROPUESTA.**

Valórese cada apartado seleccionando uno de los siguientes valores en función de los resultados de la observación del alumnado, de las exposiciones realizadas y de los materiales entregados: 1-Muy poco. 2-Insuficiente. 3-Suficiente. 4-Notable. 5-Excelente.

1. Los alumnos adquieren los conocimientos a adquirir, o profundizan en el mismo según cuál fuera su grado de conocimiento previo.
2. El alumnado adquiere una mayor conciencia y sensibilización sobre el cambio climático, y sobre las problemáticas medioambientales en general.
3. El alumnado comprende las interrelaciones existentes entre los diferentes contenidos impartidos.
4. El alumnado comprende las interrelaciones existentes entre las diferentes actividades planteadas.
5. La programación planteada resulta atractiva para despertar el interés entre el alumnado.
6. El alumnado muestra interés sobre las posibles medidas a adoptar con respecto a la problemático considerado.
7. Idoneidad de la cantidad de tiempo dedicada a cada actividad, y de la secuenciación y temporalización de las actividades.
8. Idoneidad del modo de evaluación propuesto
9. Idoneidad de la carga de trabajo programada.
10. Idoneidad de la labor del docente durante el desarrollo de la propuesta.

## ANEXO V. EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE CÁLCULO.

### Plantilla 1. Plantilla de ejercicio para el cálculo de la huella de carbono.

Una determinada empresa posee una planta de producción del producto P. Supóngase que en el desarrollo de su actividad productiva, por cada tonelada de producto, la planta ha de consumir una cantidad X de energía eléctrica suministrada directamente desde la red, una cantidad Y de gas natural, una cantidad Z de gasóleo, una cantidad A de gasolina, una cantidad B de gases licuados del petróleo (GLP) obtenidos en refinería, una cantidad C de propano, una cantidad D de butano y, de forma adicional, por cada tonelada de producto se genera una cantidad E de dióxido de carbono.

Conociendo los siguientes factores de emisión de dióxido de carbono asociados al consumo de una determinada cantidad de cada una de las fuentes expuestas en el anterior párrafo, calcúlese la huella de carbono correspondiente a la producción de una tonelada del producto P.

*Tabla A1. Factores de emisión de dióxido de carbono para cada una de las citadas fuentes de energía (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2013).*

Factores de emisión de CO <sub>2</sub>	
energía eléctrica	0,39 Kg CO /Kwh
Gas natural	0,20 Kg CO /Kwh
Gasóleo /Diésel	2,68 Kg CO /litro
GLP	1,61 Kg CO /litro
Propano/butano	1,43 Kg CO /litro
Gasolina	2,32 Kg CO / m <sup>3</sup>

### Plantilla 2. Cálculo del potencial de cambio climático de una determinada actividad empleando como referencia el documento "The Sustainability Metrics".

Una determinada planta de producción emite, para producir una tonelada de su producto estrella P, las siguientes cantidades [insertar en función del problema

que se plantee cantidades de kg emitidos de algunos de los siguientes GEI por cada tonelada de producto obtenido] de cada uno de los siguientes gases de efecto invernadero, cuyo factor de potencia para el cálculo de su impacto en el cambio climático, en términos de kg de dióxido de carbono equivalente/kg de GEI emitido se exponen a continuación.

*Tabla A2. Factor de potencia de impacto en el cambio climático para cada uno de los siguientes GEI, en kg de CO<sub>2</sub> equivalente por kg del GEI en cuestión (The Sustainability Metrics, 2009).*

<b>Sustancia</b>	<b>Factor de potencia</b>
Dióxido de carbono	1
Monóxido de carbono	3
Tetracloruro de carbono	1400
Clorodifluorometano, R22	1700
Cloroformo	4
Cloropentafluoroetano, R115	9300
Diclorodifluorometano, R12	8500
Diclorotetrafluoroetano, R114	9300
Difluoroetano	140
Hexafluoroetano	9200
Metano	21
Cloruro de metileno	9
Óxido nitroso	310
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	40
Pentafluoroetano, R125	2800
Perfluorometano	6500
Tetrafluoroetano	1300
Tricloroetano (1,1,1)	110
Triclorofluorometano, R11	4000
Triclorotrifluoroetano, R113	5000
Trifluoroetano, R143a	3800

Trifluorometano, R23	11700
Compuestos orgánicos volátiles	11

Cáculense:

a) El potencial de cambio climático en kg de CO<sub>2</sub> equivalente por tonelada de producto obtenida.

b) El potencial de cambio climático en kg de CO<sub>2</sub> equivalente por año, sabiendo que la planta en cuestión produce anualmente X toneladas de su producto principal.

**Plantilla 3. Cálculo de energía generada por una fuente de energía renovable, emisiones de GEI por combustibles fósiles evitadas, y equivalencia en número de árboles requeridos para absorber dicha cantidad emitida.**

a) Calcúlese la producción de energía anual de una instalación de X unidades de generación de energía eléctrica mediante la fuente renovable Y, con una capacidad unitaria de generación de Z kWh [dato Z a extraer por parte de los grupos de trabajo que realizan trabajos en grupo sobre cada una de las fuentes]. Sabiendo que para producir una cantidad A de energía (kWh) se requiere el consumo de unas cantidades B, C y D de carbón, petróleo y gas natural respectivamente, y conociendo los factores de emisión E, F y G (kg de dióxido de carbono equivalente emitido/kg combustible fósil consumido), respectivamente, de cada uno de esos combustibles:

b) Calcúlese la cantidad de GEI que no están emitiendo, para cada uno de los combustibles, al emplear la instalación del ejemplo en lugar de dichos combustibles.

c) Sabiendo que un árbol absorbe a lo largo de un año una cantidad H de dióxido de carbono, ¿cuántos árboles sería necesario plantar para absorber la cantidad de dióxido de carbono que, para cada uno de los tres combustibles

fósiles, se emitiría de no emplear la instalación de energía renovable descrita en este ejemplo?