



Facultad de Educación

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

**Proyecto colaborativo para el cálculo de la Huella de Carbono
en un centro de Educación Secundaria, o ¿cuántos árboles
tendremos que plantar?**

**Collaborative project for the carbon footprint calculation in a
secondary school, or how many trees do we need to plant?**

Alumno/a: Pablo Martínez Álvarez
Especialidad: Física y Química y Tecnología.
Director: José Ángel Mier Maza
Curso académico: 2015/2016
Fecha: Octubre 2016

Índice

Resumen	2
Abstract.....	3
1. Introducción	4
1.1 Aprendizaje basado en proyectos colaborativos	4
1.2 Importancia del medio ambiente en el currículo	6
1.3 Cambio climático	7
1.4 Gases de efecto invernadero	8
1.5 ¿Qué es la Huella de Carbono?	11
2. Objetivos	13
3. Metodología	14
3.1 Cálculo de la huella de carbono (protocolos)	14
3.2 Reducción de la huella de carbono	17
3.3. ¿Cuántos árboles tendremos que plantar para compensar las emisiones de nuestro centro educativo?	20
4. Secuenciación y desarrollo de actividades	22
5. Evaluación	30
6. Competencias que se trabajan con esta propuesta didáctica	33
7. Planes de centro a los que contribuye esta propuesta didáctica	36
8. Conclusiones	38
9. Bibliografía	39

Resumen

El medio ambiente tiene una importancia decisiva en la vida de las personas, y el cambio climático es quizá, a día de hoy, la amenaza más grave que se cierne sobre él. El incremento en la concentración de gases de efecto invernadero de origen antrópico, es sin duda la causa principal del calentamiento global que estamos viviendo. Para preservar nuestro entorno en las mejores condiciones posibles, con el propósito de que las generaciones futuras puedan disfrutarlo al menos como lo hicieron las pasadas, es fundamental que cambiemos nuestro modelo de desarrollo por uno sostenible desde un punto de vista ambiental, pero también social y económico. La educación ambiental es una pieza clave para lograr este objetivo, razón por la que hemos de fomentar que el cuidado del medio ambiente esté cada vez más presente en las aulas. Este trabajo presenta una propuesta de proyecto colaborativo con el cambio climático y la generación de gases de efecto invernadero como temática central. Los alumnos de 4º de ESO tendrán que calcular cuál es la huella de carbono (cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto) del centro escolar, para lo que se han programado una serie de actividades en cada una de las asignaturas que cursan los alumnos. Además, los alumnos serán los encargados de proponer medidas para que el centro de estudios pueda reducir esa huella de carbono, y finalmente calcular cuántos árboles sería necesario plantar para compensar las emisiones del centro. Este proyecto contribuye a que los alumnos adquieran hasta seis de las competencias clave que se prevén en la LOMCE, y contribuye de manera significativa en varios planes de centro de entre los promovidos por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria.

Abstract

The environment is crucial in the live of people, and perhaps the most serious threat that curretly the environment has is the climate change. The increase in the concentration of greenhouse gases with an anthropogenic origin, is certainly the main cause of global warming we are experiencing. To preserve our environment in the best conditions, so that future generations can enjoy it at least as their ancestors did in the past, it is essential to change our model of development for a sustainable one from an environmental, social and economic point of view. Environmental education is basic to achieve this objective, reason why we have to promote the presence of the care of the environment in schools. This work presents a proposal of a collaborative project focused on climate change and greenhouse gases. Students of 4th course of ESO will calculate the carbon footprint (amount of greenhouse gases emitted directly or indirectly by an individual, organization, event or product) of the school. For this, different activities have been scheduled in each one of the subjects in which the students are enrolled. In addition, students will propose measures to reduce their carbon footprint, and finally calculate how many trees would be necessary to plant to compensate the emissions of the school. This project helps students to acquire up to six of the key competences that appear in the LOMCE, and contributes significantly in several school plans among those promoted by the Council of Education, Culture and Sports of the Government of Cantabria.

1. Introducción

1.1 Aprendizaje basado en proyectos colaborativos

Entendemos por aprendizaje basado en proyectos colaborativos, tal y como lo definen Gülbahar and Tinmaz (2006), aquella metodología didáctica que organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante la elaboración de proyectos de forma colaborativa en grupos de estudiantes. Pero, ¿a qué nos estamos refiriendo cuando hablamos de elaboración de proyectos? Para Badia and García (2006) se trata de proponer al grupo de alumnos la resolución de un problema, para lo cual deberán diseñar un plan de actuación, ponerlo en práctica tomando decisiones a lo largo del proceso y resolver los problemas que vayan surgiendo. La última pregunta que nos puede surgir con respecto a esta metodología didáctica, es cuándo podemos considerar que un aprendizaje es colaborativo. Para responderla nos apoyaremos en el trabajo de Dillenbourg (1999), y acordaremos que para que un proceso de aprendizaje pueda ser calificado como colaborativo, un grupo de estudiantes ha de dedicarse de forma coordinada, durante un tiempo suficiente, a resolver juntos un problema o realizar una actividad.

Para que una actividad de aprendizaje basada en un proyecto colaborativo tenga éxito, existen algunos requisitos, tales como que el trabajo sea real, práctico, esté muy vinculado a los objetivos del aprendizaje y ocupe una posición central dentro del currículo de los estudios (Badia and García, 2006). Además, también es importante que este tipo de aprendizaje se desarrolle en contextos abiertos de enseñanza y aprendizaje (Land and Greene, 2000), y que por tanto los alumnos tengan que investigar para encontrar las mejores soluciones posibles para los problemas complejos y abiertos que se les plantean o que se encuentran en el camino.

El aprendizaje basado en proyectos colaborativos es, por tanto, una actividad compleja y de larga duración, en la que los estudiantes ponen en práctica muchas y variadas competencias y en la que se persigue simular, en la medida de lo posible, la realidad en la que tendrán que desenvolverse en el futuro (Badia and García, 2006). Además, una de las ventajas de esta estrategia de aprendizaje, es que con ella el alumno construye su propio conocimiento, y se convierte más fácilmente en un ser activo, propositivo y responsable (Boude Figueredo, 2011). Por otra parte, este tipo de aprendizaje contribuye a integrar las diversas áreas del conocimiento, promover el respeto hacia otras culturas, lenguas y maneras de pensar, desarrollar la empatía, o promover la disciplina en el trabajo y la capacidad de investigación. También es importante destacar que, utilizando esta metodología, se aumenta la motivación del alumnado, registrándose un aumento en la asistencia a la escuela, una mayor participación en clase y una mejor disposición para realizar las tareas que se proponen (Bottoms and Webb, 1998). Finalmente, tal y como diversos estudios demuestran, los estudiantes retienen mayor cantidad de conocimiento y habilidades cuando aprenden trabajando en proyectos que les resulten estimulantes (Bottoms and Webb, 1998).

Sin embargo, el aprendizaje basado en proyectos colaborativos presenta también ciertos inconvenientes, en la mayor parte de los casos debido a la dificultad de implementación. Por ejemplo, es una estrategia que requiere de un diseño instruccional bien definido, en el que deberá participar el profesor como experto de contenidos, pero también el pedagogo, y ambos han de tener conocimientos en el diseño de proyectos (Galeana de la O, 2004). Otro de los inconvenientes es que, en ocasiones, pueden generarse malentendidos no intencionales, sobre todo en los casos en los que, por ejemplo, existan diferencias culturales (Galeana de la O, 2004). De cualquier manera, parece evidente que, en este caso, las ventajas superan a los inconvenientes,

justificándose el empleo de esta técnica de aprendizaje en los centros escolares.

1.2 Importancia del medio ambiente en el currículo

En la actualidad, es muy difícil abrir un periódico o visualizar un informativo y no encontrar entre sus noticias alguna que tenga que ver con el medio ambiente. Y es que el cuidado del medio en el que vivimos, ha adquirido en los últimos años una importancia inimaginable hace tan solo dos o tres décadas, cuando en nuestro país, únicamente foros especializados se hacían eco de los problemas ambientales que nos amenazaban. A nivel global, podemos decir que el ecologismo surgió en torno a los años 60, cuando acontecimientos como la publicación del libro *Silent Spring* de Rachel Carson o la primera imagen del planeta Tierra desde el espacio entre otros, hicieron que la población comenzara a darse cuenta de que el planeta Tierra no es infinito ni sus recursos inacabables.

En cuanto a la llegada de la educación ambiental a las aulas españolas, no es hasta el año 1990, cuando, con la publicación de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), la educación ambiental aparece como elemento transversal en la educación, y no como una simple preocupación o reivindicación ciudadana como ocurría hasta ese momento.

Más recientes son algunos de los trabajos que estudian la visión de los estudiantes de secundaria con respecto al medio ambiente. De ellos se extraen, por ejemplo, algunas ideas previas de los alumnos, como la asociación de la contaminación con algo perceptible por los sentidos, la creencia de que la especie humana no puede extinguirse, o la percepción de que el ruido no es una forma de contaminación (Pérez-Vega, Pérez-Ferra and Quijano, 2009). A

pesar de la evolución experimentada por la sociedad en el campo medioambiental, a los estudiantes aun les cuesta asumir, por ejemplo, que cada uno de ellos juega un papel fundamental en el volumen de residuos que se producen, o la importancia que tiene el ahorro de materias primas en relación con la producción de esos residuos (Fernández Manzanal *et al.*, 2003).

Sin embargo, tal y como plantean Pérez-Vega, Pérez-Ferra y Quijano (2009), las actitudes de los adolescentes hacia el medio ambiente, aun poco participativas en la conservación y alejadas de la sostenibilidad, pueden modificarse mediante el empleo de proyectos colaborativos o programas didácticos como el que se presenta en su trabajo. Es por tanto este camino uno de los muchos que los docentes podemos utilizar para conseguir un aprendizaje significativo basado en el conocimiento del medio que nos rodea, su conservación y el uso sostenible de los recursos que pone a nuestra disposición.

1.3 Cambio climático

Entendemos por cambio climático una alteración del clima global de La Tierra. A lo largo de la vida de nuestro planeta, han ocurrido multitud de estas alteraciones climáticas, hasta el momento todas ellas de origen natural. Pero los cambios en el clima pueden tener también un origen antrópico, es decir, haber sido producidos por la actividad humana. Es el caso del cambio climático que vivimos actualmente. Y es que ya en el año 2001, el Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) hablaba de evidencias de que los aumentos de las temperaturas a escala regional, estaban afectando a los diferentes sistemas y en distintas partes del globo terráqueo (Griggs and Noguera, 2002). A día de hoy, existe un consenso científico prácticamente

unánime, en torno a la idea de que el modelo de producción y consumo que llevamos a cabo en el primer mundo, está produciendo una variación en el clima global que está influyendo ya sobre la circulación de las masas de agua y aire de La Tierra, y generando impactos sobre los organismos vivos y por tanto sobre nuestro sistema socioeconómico (Meehl *et al.*, 2000; Fischer *et al.*, 2005; Moss *et al.*, 2010).

En promedio, la temperatura ha aumentado aproximadamente 0,6°C en el siglo XX. Por otra parte, el nivel del mar ha crecido de 10 a 12 centímetros y los investigadores consideran que esto se debe a que, los océanos, cada vez más calientes, se están expandiendo. Pero las predicciones son aun peores. En el escenario de cambio climático menos favorable, se prevé una concentración de CO₂ de 790 ppm (casi el doble de la concentración actual) y un aumento de temperatura de 4°C de media para el año 2100 (Solomon *et al.*, 2007); y en la mayor parte de los escenarios de cambio climático modelizados, se prevé un aumento significativo de la mortalidad por catástrofes naturales como inundaciones, sequías, huracanes u olas de calor, que sufrirán más los países más pobres al estar peor preparados para enfrentarse a cambios rápidos. También se predice la extinción de especies de animales y plantas, debido a que los sistemas de los que forman parte cambiarán tan rápidamente que no tendrán tiempo de que la evolución les permita adaptarse a dichos cambios. En concreto, nuestro país es muy vulnerable al cambio climático, debido sobre todo a su situación geográfica. Las predicciones hablan de un incremento de la frecuencia de las olas de calor y una mayor intensidad de sequías, que sin duda tendrán efectos importantes sobre nuestro sistema socioeconómico (Pachauri *et al.*, 2014).

1.4 Gases de efecto invernadero

La vida en la Tierra no sería posible si ésta no recibiera la energía que le llega desde el Sol. La atmósfera actúa como filtro, permitiendo entrar aproximadamente la mitad de las radiaciones que emite el Sol. Esa energía que atraviesa la atmósfera calienta la superficie terrestre, que a su vez emite radiación en forma de calor (ondas infrarrojas). Pero esa energía que emite la Tierra no escapa en su totalidad, sino que los gases de efecto invernadero consiguen retener en torno a un 90% de esas radiaciones, calentando la Tierra y permitiendo la vida en ella. Cuando la concentración de gases de efecto invernadero aumenta significativamente, también lo hace la temperatura en la Tierra, con las consecuencias que se mencionaron en el apartado anterior. Por tanto, los gases de efecto invernadero existen de manera natural en la atmósfera, y gracias a ellos podemos vivir en nuestro planeta. Sin embargo, las concentraciones de algunos de ellos se han incrementado notablemente en los últimos años produciendo el fenómeno conocido como cambio climático.

El gas de efecto invernadero más famoso es el CO₂, pero por otra parte, no es el gas que más radiación absorbe por mol. Existen otros como el metano, el óxido nitroso o los gases fluorados, de concentraciones mucho menores en la atmósfera (Figura 1), que son capaces de absorber la radiación infrarroja mucho más eficazmente. Por ejemplo, el metano tiene un potencial de calentamiento global (PCG) 23 veces mayor que el del CO₂ (Pachauri and Reisinger, 2007), si tenemos en cuenta un periodo de 100 años, ya que a medida que transcurre el tiempo, los PCG que producen el efecto invernadero van disminuyendo, convirtiéndolo en el segundo gas de efecto invernadero más importante de entre los derivados de las actividades humanas.

El óxido nitroso N₂O es otro gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento mucho mayor que el del CO₂. Existe de manera natural en la

atmósfera, debido a la actividad de ciertas bacterias, pero también posee importantes fuentes antrópicas, ligadas a la actividad industrial y a la quema de combustibles fósiles. El PCG de este gas es de hasta 296 veces el del CO₂ (Pachauri and Reisinger, 2007). Sin duda es un valor muy alto, pero dejará de parecérselo si tenemos en cuenta que alguno de los gases agrupados dentro de los gases fluorados puede llegar a tener PCG de hasta 22000 (Pachauri and Reisinger, 2007). Estos gases fluorados únicamente se producen de manera artificial, y son los gases cuyas emisiones deberíamos reducir con mayor prontitud.

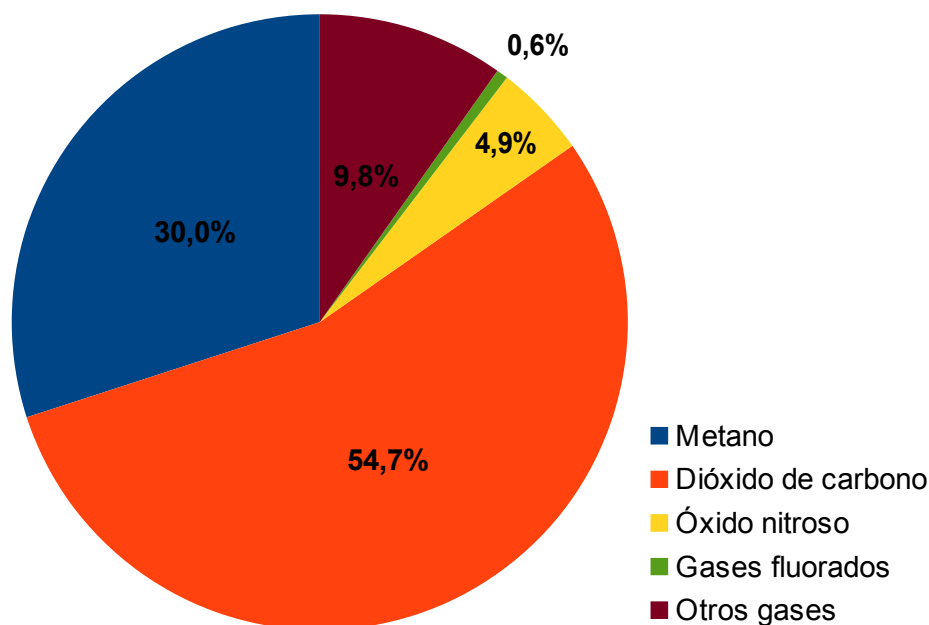


Figura 1: Concentraciones en la atmósfera de los principales gases de efecto invernadero. No aparece el vapor de agua por tener un origen exclusivamente natural. Fuente: traducido de Pachauri & Reisinger, 2007.

Finalmente, un gas en el que normalmente no se repara cuando se habla de los gases causantes del calentamiento global es el vapor de agua. Sin embargo, es el principal gas de efecto invernadero, responsable de dos

terceras partes del efecto invernadero natural (Rodhe, 1990). El hecho de que las actividades humanas no añadan más vapor de agua a la atmósfera y que no podamos ni debamos actuar sobre la concentración de este gas en la atmósfera, hace que normalmente nos olvidemos de él a la hora de enumerar los gases de efecto invernadero.

1.5 ¿Qué es la Huella de Carbono?

La Huella de Carbono (Carbon Footprint en inglés) es un parámetro utilizado para describir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a una empresa, evento, actividad o al ciclo de vida de un producto o servicio para determinar su contribución al cambio climático, tal y como lo define la norma ISO 14067. Este parámetro se expresa en toneladas de CO₂ equivalente (CO₂e), que es una medida universal basada en el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los gases de efecto invernadero (Watson, 2001). Este potencial de calentamiento global mide la capacidad de un gas de generar efecto invernadero teniendo en cuenta su permanencia en la atmósfera, y utilizando como patrón el potencial de calentamiento del dióxido de carbono (CO₂). De esta manera, el PCG del CO₂ es igual a uno mientras que el de otros gases de efecto invernadero conocidos tales como el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) o los hidrofluorocarbonos (C_xH_xF_x) es de 21, 310 y hasta 11700 respectivamente.

El cálculo de la Huella de Carbono puede hacerse, tal y como se ha mencionado con anterioridad, para una organización, una actividad, un producto o un servicio. En cada uno de los casos los datos a aportar y la metodología a seguir son diferentes, razón por la que a partir de este momento nos centraremos únicamente en el cálculo de la Huella de Carbono de una organización, y más concretamente en el de un centro escolar.

Tal y como se verá más adelante, las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el centro escolar que se tendrán en cuenta para el cálculo de la Huella de Carbono del mismo, podrán ser tanto emisiones directas como indirectas. Además, la Huella de Carbono puede calcularse para varios alcances diferentes dentro de la organización: desde aquellos sobre los que ésta tiene un control directo, hasta aquellos que se ocasionen como consecuencia de la actividad de la organización, pero sobre los que ésta no tiene ninguna capacidad de control o éste es muy reducido. Ejemplo del primero de los casos puede ser la emisión de gases fruto de la combustión de gasóleo para la calefacción del centro, y ejemplo para el segundo caso podrían ser los gases emitidos por los coches de los padres de los alumnos al llevar a sus hijos al centro.

2. Objetivos

La manera en que la sociedad percibe el medio que nos rodea ha evolucionado mucho en las últimas décadas, y gracias a ello, la educación ambiental se encuentra ya bastante integrada en el currículo. Sin duda, también han cambiado mucho las técnicas empleadas por los docentes para tratar de que los alumnos de colegios e institutos adquieran los conocimientos y las competencias deseados para cada una de las etapas educativas. Una de las maneras que los docentes podemos emplear para conseguir el aprendizaje, son los proyectos colaborativos. Esta técnica puede, en mi opinión, ser útil para mejorar el conocimiento del medio ambiente entre los alumnos de secundaria, hacerles partícipes de su conservación y uso sostenible. De esta manera, el objetivo general que este trabajo persigue es:

- Incrementar la sensibilización hacia el medio ambiente del alumnado de secundaria mediante la ejecución de un proyecto colaborativo centrado en el cálculo de la huella de carbono del centro escolar.

Para ello, es necesario plantear los objetivos específicos siguientes:

- Analizar los pasos necesarios para realizar el cálculo de la huella de carbono de una organización.

- Realizar simplificaciones en la metodología del cálculo de la huella de carbono para permitir que éste sea realizado por los alumnos de secundaria.

- Planificar una serie de actividades que permita al alumnado conseguir un aprendizaje significativo y a la vez obtener los datos necesarios para llevar a cabo el cálculo de la huella de carbono del centro escolar.

- Organizar las actividades planificadas en las diferentes asignaturas y distribuirlas a lo largo del curso académico.

3. Metodología

3.1 Cálculo de la huella de carbono

Existen varios protocolos diferentes para realizar el cálculo de la Huella de Carbono de una Organización. Probablemente el más importante sea el GHG Protocol (Greenhouse Gases Protocol, Protocolo de Gases de Efecto Invernadero), debido seguramente a que es una metodología internacional que ha sido tomada como modelo en muchas iniciativas gubernamentales por seguir las directrices del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), organismo de Naciones Unidas en el área de cambio climático.

El protocolo GHG contabiliza los seis gases de efecto invernadero previstos en el Protocolo de Kioto: CO₂, CH₄, N₂O, hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆), y aunque posee una metodología extensa y complicada, es a su vez muy eficaz para la obtención de las emisiones de los gases de efecto invernadero tanto directos como indirectos.

Este protocolo GHG será el que se utilice como referencia para que los alumnos de 4º de ESO del centro educativo, lleven a cabo el cálculo de la Huella de Carbono de su instituto a la vez que trabajan los contenidos del currículo y desarrollan las competencias que se prevén en la etapa educativa de la ESO. Debido a que en determinados apartados este protocolo puede llegar a complicarse bastante, habrá de ser modificado para simplificarlo en aquellos casos en los que la dificultad del cálculo supere las capacidades de los alumnos.

Para agrupar las diferentes emisiones de gases de efecto invernadero que entran a formar parte del cálculo de la Huella de Carbono, se definen tres alcances diferentes:

- Alcance 1: Emisiones directas de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad de la organización o están controladas por ella. También estarían incluidas aquí (en el caso de existir y poder ser cuantificadas) las emisiones fugitivas (p.ej. fugas de aire acondicionado).

- Alcance 2: Emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.

- Alcance 3: Otras emisiones indirectas. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 podrían ser el transporte utilizado por el personal de la organización para llegar al centro de trabajo, los viajes de trabajo con medios externos, o el transporte de combustibles y de otros productos.

A continuación se detallan aquellas emisiones, clasificadas según los tres alcances que acabamos de mencionar, que deberán ser calculadas por los alumnos con la orientación de cada uno de los profesores participantes en el proyecto educativo. Estas fuentes de emisión son las que creemos más adecuadas para conseguir el aprendizaje del alumnado, pero que por otra parte también son las más significativas de una organización como la que nos atañe.

Alcance 1:

- Emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la calefacción del centro (CALEF).

Alcance 2:

- Emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la generación de electricidad adquirida y consumida por el centro educativo (ELEC).

Alcance 3:

- Emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el transporte utilizado por el personal, profesorado y alumnado para llegar al centro educativo (TRANS1).

- Emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el transporte utilizado en actividades extraescolares o viajes de estudio (TRANS2).

Para realizar el cálculo del primer tipo de emisiones (CALEF), los alumnos tendrán que redactar una carta de petición de los datos del consumo de combustible para calefacción del centro a la Dirección del mismo. Posteriormente tendrán que buscar el factor de emisión de CO₂ del combustible empleado para este fin y multiplicarlo por la cantidad consumida. De esta manera obtendrán las toneladas de CO₂e emitidas por el centro debidas a la calefacción.

En el caso del segundo tipo de emisiones (ELEC), de nuevo los alumnos redactarán una carta con el mismo destinatario para pedir los datos del consumo eléctrico del centro. Para poder entender de manera adecuada las unidades en que este consumo se les va a proporcionar, en la asignatura de Física y Química analizarán cómo es una factura de la electricidad y estudiarán la unidad de energía kWh. Para obtener el factor de emisión de CO₂ de la electricidad, los alumnos tendrán que estudiar previamente cuáles son las fuentes de energía que se utilizan en España para la generación de electricidad. Tras ello, calcularán la aportación media de cada una de las fuentes y consecuentemente el factor de emisión de CO₂ en función del de cada uno de los combustibles utilizados en la generación de esa electricidad.

En cuanto al cálculo de las emisiones de alcance 3, las debidas al transporte utilizado por el personal, profesorado y alumnado para llegar al centro (TRANS1), serán calculadas por los alumnos a partir de los datos facilitados por cada uno de los implicados en este tipo de emisiones, es decir,

todas las personas del centro, ya sean personal de servicios, profesorado o el propio alumnado. Para ello, los alumnos elaborarán unas pequeñas encuestas en las que se pregunte por el medio de transporte utilizado para llegar al centro, el tipo de combustible que usa, el consumo medio del mismo, la distancia que existe entre el lugar de residencia y el centro educativo y el número de personas que acuden al centro en ese mismo vehículo. Una vez obtenidos los datos, los alumnos realizarán los cálculos pertinentes para conseguir el valor de las toneladas de CO₂e emitidas debidas al transporte diario de las personas que forman el centro educativo.

Finalmente, para el cálculo de las emisiones TRANS2, los alumnos redactarán otra carta referida en este caso al Departamento de Actividades Complementarias y Extraescolares pidiéndole los datos de las salidas didácticas en las que ha sido necesario el uso de algún medio de transporte. Será necesario conocer qué medio de transporte ha sido el utilizado y cuántos kilómetros se han efectuado con él. Al igual que en el caso de las emisiones TRANS1, los alumnos tendrán que utilizar los datos obtenidos para calcular el total de las toneladas de CO₂e emitidas debidas al transporte en las actividades extraescolares del centro educativo.

3.2 Reducción de la Huella de Carbono

Una vez conocida la Huella de Carbono del centro educativo, es decir, el valor en toneladas de CO₂e de los gases de efecto invernadero emitidos por la actividad del centro, se planteará a los alumnos que identifiquen aquellos puntos en los que es posible reducir significativamente el valor de esas emisiones. Posteriormente los mismos alumnos plantearán mejoras en el centro para reducir la Huella de Carbono, y se comprometerán a cumplir las medidas que ellos mismos propongan con el mismo fin. De esta manera les

hacemos partícipes del cuidado del medio ambiente y de la lucha contra el cambio climático y sus consecuencias.

Algunas de las mejoras y medidas que deseamos que identifiquen los alumnos son las que se detallan a continuación:

- Para reducir las emisiones directas del centro debidas a la calefacción (CALEF), los alumnos pueden proponer:

- El cambio del actual sistema de calefacción por otro más eficiente o con un combustible que emita menos gases de efecto invernadero como puede ser el gas natural.
- Mejorar el aislamiento de los edificios que conforman el centro.
- Cambiar las ventanas por otras nuevas con doble o triple cristal que eviten las pérdidas de calor.
- No abrir las ventanas cuando esté la calefacción encendida.
- Colocar muelles en las puertas exteriores para evitar que se queden abiertas.
- Colocar reguladores con termostato en cada radiador para conseguir la temperatura adecuada en cada aula.

- En cuanto a las emisiones indirectas debidas al consumo de electricidad (ELEC), los alumnos podrían proponer como mejoras:

- Cambiar las bombillas de incandescencia que aun existan en el centro por otras de bajo consumo.
- La renovación de electrodomésticos antiguos por otros más eficientes en los laboratorios o en la cocina del centro.

- Apagar las luces de las aulas cuando no queda nadie en ellas.
 - Apagar los ordenadores de la sala de informática cuando ya se ha acabado la sesión.
 - Evitar el consumo fantasma debido al modo en espera pasivo (también conocido como “stand by”) en que se quedan muchos aparatos electrónicos hasta que vuelven a ser utilizados.
 - Abrir las cortinas y aprovechar la luz natural antes de encender las luces.
- Las emisiones para las que más medidas de reducción pueden generar los alumnos son quizás las que hemos denominado TRANS1. Los alumnos pueden proponer por ejemplo:
- Pedir a la empresa de autobuses que realiza el transporte escolar la utilización de biodiésel en lugar del gasóleo común, que puede llegar a emitir hasta un 80% menos de gases de efecto invernadero (Sanchez *et al.*, 2012).
 - Acudir a clase en bicicleta en lugar de utilizar el coche, evitando así la emisión de gases de efecto invernadero.
 - El uso del transporte público en lugar del privado, que además de emitir menos cantidad de gases de efecto invernadero por cada ocupante, es más cómodo y a la larga más barato.
 - La utilización conjunta de los vehículos para llegar al centro, de manera que el número de coches con un único ocupante sea el menor posible.
- Por último, en el caso de las emisiones generadas por el transporte durante las actividades extraescolares (TRANS2), algunas de las medidas que esperamos surjan por parte de los alumnos son las siguientes:

- Tratar de utilizar el transporte público (preferentemente el tren) para las salidas didácticas en los casos en los que esto sea posible.
- Proponer actividades extraescolares lo más cerca posible del centro para evitar de esta manera tener que hacer uso de medios de transporte contaminantes.

3.3. ¿Cuántos árboles tendremos que plantar para compensar las emisiones de nuestro centro educativo?

Es importante que los alumnos entiendan que, a pesar de que el aumento de los gases de efecto invernadero y el cambio climático son a día de hoy una realidad, no todo está perdido. Hay muchas cosas que cada uno de nosotros podemos hacer por mitigar sus efectos, como por ejemplo llevar a cabo las mejoras en el centro escolar y en nuestros hábitos de vida y consumo, que se han planteado en el apartado 3.2.

Además, existen organismos vivos que pueden ayudarnos a reducir la concentración de algunos gases de efecto invernadero. Es el caso de las plantas, y especialmente de los árboles. En su desarrollo, los árboles toman de la atmósfera CO_2 y, tras realizar la fotosíntesis, liberan O_2 . Ese átomo de carbono que sobra en la molécula de CO_2 al transformarse en O_2 , es la que se fija en el árbol para formar parte de la celulosa, la hemicelulosa o la lignina que componen su madera. Sin embargo, no todas las especies de árboles fijan la misma cantidad de CO_2 por unidad de tiempo, sino que unas especies son más eficientes que otras.

Una vez conozcamos la huella de carbono de nuestro centro escolar, los alumnos calcularán cuántos árboles tendríamos que plantar para conseguir fijar la misma cantidad de CO_2 que la actividad del centro emite. Este cálculo se

realizará para varias especies de árboles autóctonos, y servirá para que los estudiantes valoren más la función de los árboles y sean conscientes de la necesidad de su conservación. Para ello se les facilitará textos científicos de donde podrán extraer la información necesaria para realizar el cálculo.

4. Secuenciación y desarrollo de actividades

Para conseguir los objetivos que persigue este proyecto colaborativo, se desarrollarán a lo largo del curso académico un conjunto de actividades integradas dentro de las asignaturas de 4º de ESO (Tabla 1). Todas ellas tienen como finalidad realizar el cálculo de la huella de carbono del centro escolar y estudiar las medidas que consigan reducir dicha huella. Para su desarrollo, los alumnos formarán grupos de 4 personas, que se mantendrán en todas y cada una de las asignaturas en las que se realice alguna de las actividades que componen el proyecto, siempre y cuando esto sea posible. A continuación se detallan cada una de ellas agrupadas por asignaturas.

Lengua castellana y literatura:

1. Redacción de las cartas de petición de los datos de consumo de electricidad y de combustible para calefacción a la dirección del centro escolar. También se obtendrán por este método los datos relativos a las emisiones generadas en las actividades extraescolares realizadas en el centro. En esta actividad, a los alumnos se les explicará cómo ha de redactarse una carta formal para solicitar alguna información o servicio a una organización, administración pública, empresa o similar. Será necesario que los estudiantes aprendan a utilizar procesadores de textos, y además les servirá para practicar la ortografía y la gramática aprendida en cursos anteriores.

2. Elaboración de las encuestas para la obtención de los datos de las emisiones TRANS1, de alcance 3, relativas al transporte empleado por los alumnos, profesores y resto de personal del centro para acudir al centro escolar. Gracias a esta actividad los alumnos aprenderán a elaborar encuestas, teniendo que formular las preguntas oportunas para obtener los datos que necesitan para calcular la huella de carbono. Al igual que en la actividad

anterior, los alumnos de 4º de ESO practicarán ortografía y gramática, cogiendo soltura en la redacción de textos en programas informáticos de procesado de textos.

3. Elaboración del informe final del proyecto. Para ello, los alumnos tendrán que recopilar toda la información producida en el resto de actividades y asignaturas, ordenarla y darle forma, generando por último el informe final del cálculo de la huella de carbono del centro escolar. En este caso, los estudiantes entrenarán la lectura, y la comprensión lectora. Además tendrán que saber discernir entre la información relevante para la elaboración del informe de la que es superflua. También aquí los alumnos harán uso de herramientas informáticas como procesadores de textos y hojas de cálculo para cumplir con las exigencias de la actividad propuesta.

4. Elaboración de la presentación con diapositivas final. Con esta actividad se pretende que los alumnos consigan extraer la información más importante del proyecto y exponerla ante el resto de sus compañeros. La capacidad de síntesis de los contenidos del informe será una de las habilidades que desarrollarán en esta actividad, al igual que la de hablar en público y la elaboración de la presentación de diapositivas.

5. Diseño de carteles informativos del proyecto desarrollado. Con ello pretendemos que los alumnos trabajen de nuevo los contenidos del informe, den rienda suelta a su creatividad y a su capacidad de síntesis, y aprendan a manejar sencillos programas informáticos de diseño o edición.

Física y química:

6. Estudio de los gases de efecto invernadero. Esta actividad constará de tres sesiones. En la primera de ellas se les explicará qué es el efecto invernadero, cuales son sus causas y se les introducirá brevemente cuáles son

los gases con efecto invernadero más importantes. En la segunda de las sesiones cada uno de los grupos tendrá que buscar información en internet de uno de los gases de efecto invernadero para posteriormente hacer una breve presentación con diapositivas que les ayude a explicar al resto de sus compañeros lo investigado con respecto a ese gas. Finalmente, en la tercera sesión de clase, se realizarán las presentaciones de cada uno de los grupos.

7. Búsqueda de los factores de emisión de CO₂ de cada uno de los combustibles. La primera parte de esta sesión se empleará en explicar el término, para dedicar la segunda parte a realizar la búsqueda en internet del factor de emisión de CO₂ del gas que les haya correspondido en la actividad 6.

8. Análisis de la factura de la electricidad, unidad kilowatio-hora. Se dedicará una sesión a explicar cómo es una factura de electricidad, para que los alumnos sean capaces de interpretar los datos de consumo que les facilitará la dirección del centro. Además, se les introducirá la unidad de energía kilowatio-hora (kWh), en la que se facilitan los consumos de electricidad en las facturas, y se compararán con otras unidades de la misma magnitud.

Biología y geología:

9. Estudio del efecto del cambio climático sobre los seres vivos. En esta actividad los alumnos entenderán que el cambio climático tiene consecuencias sobre los organismos vivos. Se estudiarán varios casos contrastados científicamente en los que el cambio climático ha cambiado el comportamiento o la evolución natural de las especies animales o vegetales.

10. Papel de los árboles en la fijación de CO₂ y la lucha contra el cambio climático. Los alumnos estudiarán durante dos sesiones cómo las plantas, y en particular los árboles, son una pieza clave en el balance global del CO₂, por su capacidad de absorberlo mediante la fotosíntesis, secuestrarlo en sus troncos,

ramas y raíces en forma de celulosa o transformarlo en otro tipo de compuesto orgánico. Además, los alumnos tendrán que realizar una búsqueda guiada en internet que les permita obtener un valor de la cantidad de carbono que fijan algunas de las especies arbóreas autóctonas más importantes de la zona en la que se ubica el centro escolar. Con todo ello, se pretende que los alumnos perciban que la lucha contra el cambio climático es posible, y que conservando el medio natural que nos rodea podemos mitigar sus efectos.

11. Análisis de las medidas para reducir la huella de carbono del centro.

Una vez realizado el cálculo de la huella de carbono (actividad n.º 12, desarrollada en la asignatura de matemáticas), los alumnos analizarán aquellos apartados en los que las emisiones de gases de efecto invernadero debidas al funcionamiento del centro escolar son mayores. Además, tendrán que proponer medidas a implementar en el futuro para reducir esas emisiones y por tanto la huella de carbono del centro, y finalmente contribuir a la mitigación del cambio climático a nivel global.

12. Plantación de árboles autóctonos. Actividad extraescolar en la que se visitará un parque o monte cercano y en el que se plantarán varios árboles de especies autóctonas. En esta actividad los alumnos podrán observar las características de los árboles a utilizar en la plantación, aprender a plantar un árbol y a utilizar las herramientas necesarias para ello.

Matemáticas:

13. Cálculo de la huella de carbono. En esta actividad los alumnos recopilarán toda la información necesaria, y producida en otras de las actividades propuestas, para determinar el número de kilogramos de CO₂ emitido por el centro escolar en un curso académico.

14. Cálculo del número de árboles que deberíamos plantar para

compensar nuestras emisiones. A partir del número de kilogramos de CO₂ obtenido por cada uno de los grupos en la actividad anterior, y la cantidad de carbono que son capaces de fijar las especies arbóreas (estudiada en la actividad 10), se realizará el cálculo del número de árboles que será necesario plantar para compensar esa cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera. También se calculará el carbono que serán capaces de fijar los árboles plantados en la actividad número 12, valor que se descontará del número de árboles a plantar para compensar las emisiones del centro escolar.

15. Elaboración de gráficos para el informe final. Es muy importante que el informe final que los alumnos elaboren posea gráficos que ilustren la investigación realizada. Por esta razón, se dedicarán 3 sesiones a estudiar los tipos de gráficos más comunes así como la forma de elaborarlos con ayuda de una hoja de cálculo. Una vez realizados, esos gráficos se insertarán en el informe, y podrán ser también utilizados en la presentación con diapositivas y los carteles informativos de la investigación.

Ciencias sociales, geografía e historia:

16. Estudio de la variación en la concentración de CO₂ en la atmósfera a lo largo del tiempo, y su relación con la Revolución Industrial. Existen estudios en los que se analiza cómo ha evolucionado la concentración de CO₂ en los últimos siglos. Este incremento del CO₂ en la atmósfera responde claramente al desarrollo industrial experimentado a partir del siglo XIX. Los alumnos, durante la unidad didáctica dedicada a la Revolución Industrial, estudiarán también el efecto que este acontecimiento histórico tuvo en el incremento de gases de efecto invernadero.

17. Análisis de las catástrofes naturales debidas al calentamiento global. Son varias las catástrofes naturales que se achacan ya al cambio climático y el consecuente calentamiento global. Durante dos sesiones, los alumnos

estudiaran algunas de ellas para que conociendo las consecuencias que produce el cambio climático, le adjudiquen la importancia que realmente tiene.

Tecnología:

18. Diseño de un logotipo para el proyecto. Para conseguir que los alumnos estén más motivados con el proyecto colaborativo que se les propone, actividades como la de diseñar un logotipo son de gran interés. De esta manera los alumnos van a mostrarse más implicados en la investigación y la sentirán como suya. Para ello dedicaremos dos sesiones. En la primera de ellas a los alumnos se les presentará al menos un programa informático o aplicación web de diseño de logotipos, y en la segunda diseñarán un logotipo por grupo.

19. Estudio de las fuentes de energía que se utilizan en España para la generación de electricidad, haciendo especial hincapié en las renovables. Es fundamental que los alumnos conozcan cómo se produce la electricidad que llega a los enchufes de sus hogares. De la misma manera, es necesario que tengan una idea objetiva de las ventajas y de los inconvenientes de cada una de las formas que existen para producir dicha electricidad. Se tratará de prestar especial atención a aquellas fuentes de energía renovable y que no liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera.

20. Cálculo de los consumos de las bombillas de incandescencia y comparación con bombillas de bajo consumo. Para que los alumnos entiendan que son muchas las posibilidades que tienen al alcance de su mano para mitigar el cambio climático, se realizará con ellos una comparación de los consumos de electricidad de dos tipos de bombillas, una de ellas de incandescencia y otra de bajo consumo. Posteriormente se transformará este consumo a gramos de CO₂ emitidos a la atmósfera teniendo en cuenta el *mix* energético de España.

Lengua extranjera:

21. Lectura de textos sobre el cambio climático. Se intentará trabajar a lo largo de todo el curso con textos que guarden alguna relación con el cambio climático, pero al menos dos sesiones, una en el segundo trimestre y otra en el tercero, se desarrollarán utilizando este tipo de textos. De esta manera, se logrará que exista una conexión de esta asignatura con el proyecto colaborativo en el que trabajan los alumnos.

Educación física:

22. Fomento del uso de la bicicleta como medio de transporte sin emisión de gases de efecto invernadero. En esta asignatura se dedicará una sesión a explicar los beneficios que tiene para nuestro cuerpo el uso de la bicicleta, haciendo al mismo tiempo hincapié en el hecho de que es un medio de transporte que, a diferencia del coche o el autobús, no emite gases de efecto invernadero a la atmósfera.

23. Utilización de los carriles bici del entorno del centro educativo. Actividad extraescolar en la que los alumnos saldrán del centro escolar haciendo uso de la bicicleta por algún carril bici del que se disponga en la zona. Esta actividad permitirá a los alumnos poner en práctica lo aprendido en la actividad anterior, y promocionar tanto el uso de la bicicleta como de las infraestructuras existentes en el área urbana para su disfrute.

Tabla 1: Secuenciación de las actividades de las que forma parte el proyecto colaborativo del cálculo de la huella de carbono del centro escolar.

	1er trimestre												2º trimestre												3º trimestre												
	Semanas												Semanas												Semanas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Lengua castellana y literatura	Act.1																																				
	Act.2																																				
	Act.3																																				
	Act.4																																				
	Act.5																																				
Física y química	Act.6																																				
	Act.7																																				
	Act.8																																				
Biología y geología	Act.9																																				
	Act.10																																				
	Act.11																																				
	Act.12																																				
	Act.13																																				
Matemáticas	Act.14																																				
	Act.15																																				
	Act.16																																				
Ciencias sociales, geografía e historia	Act.17																																				
	Act.18																																				
Tecnología	Act.19																																				
	Act.20																																				
Lengua extranjera	Act.21																																				
Educación Física	Act.22																																				
	Act.23																																				

5. Evaluación

De nada sirve llevar a cabo todas las actividades que conforman este proyecto colaborativo si no se realiza una evaluación final que nos informe del grado de consecución de los objetivos propuestos. Por un lado se establecen unos criterios de evaluación generales con los que podamos saber qué utilidad ha tenido el proyecto para que los alumnos consigan un aprendizaje significativo. Estos criterios son:

- Ser capaz de explicar con sus propias palabras lo que es la huella de carbono, los gases de efecto invernadero y el cambio climático.
- Comprender la información contenida en una factura de electricidad.
- Conocer el papel de las plantas, y en concreto de los árboles en el cambio climático.
- Entender la necesidad de conservar el medio ambiente y utilizarlo de una manera sostenible.
- Conocer la evolución de los gases de efecto invernadero en la historia reciente, su repercusión en el cambio climático y la influencia del ser humano en este fenómeno.
- Ser capaz de proponer alternativas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global y en su día a día.

Será necesario realizar un seguimiento continuo del alumnado en todas las actividades que componen el proyecto para comprobar si estos criterios se han cumplido o no. Se valorará la calidad de los trabajos grupales, pero también la actitud individual de cada uno de los alumnos, su participación en el trabajo en grupo, el respeto hacia los demás. El profesor responsable de cada

una de las asignaturas en las que se desarrolla el proyecto, considerará la necesidad de la realización de una prueba escrita, y decidirá igualmente el peso que otorga a cada uno de los parámetros a valorar. Las calificaciones obtenidas por los alumnos hará media con las del resto de pruebas de la asignatura correspondiente.

Por otro lado, los alumnos evaluarán el proyecto, lo que servirá para determinar si éste ha sido interesante para ellos y les ha servido para adquirir más fácilmente los conocimientos del currículo, o por el contrario necesita ser mejorado. La encuesta de evaluación a cumplimentar por el alumnado estará compuesta por las preguntas siguientes:

- ¿Consideras que has aprendido algo más de lo que ya sabías con el desarrollo de este proyecto?
- ¿Crees que se aprende más con este tipo de actividades o con la forma clásica de dar clase?
- ¿Cuáles de las actividades de entre las que forman parte del proyecto te han gustado más? ¿Y cuáles menos?
- ¿Qué cambiarías del proyecto?
- Valora del 1 al 10 lo interesante que ha sido para ti el proyecto.
- Valora del 1 al 10 lo que has aprendido con el proyecto.

También será necesaria una autoevaluación. En ella, los propios docentes participantes en el proyecto contestarán a una serie de preguntas que contribuyan a su mejora en los años venideros. Estas preguntas serán las siguientes:

- ¿Corresponde la propuesta a la edad del alumno y a su nivel de

conocimientos?

- ¿Está interesado el alumno por la temática del proyecto?
- ¿Fomenta el proyecto la investigación personal y el trabajo en grupo de manera adecuada?
- ¿Han trabajado los alumnos las competencias que se prevén para esta etapa educativa?
- ¿Han incrementado los alumnos su conocimiento en torno al cambio climático y sus causas?
- ¿Se ha observado una mayor sensibilidad hacia el respeto por el medio ambiente?
- ¿Contribuye el proyecto a la utilización de las TIC?
- ¿Se considera adecuado continuar con el proyecto el curso académico siguiente tal y como se ha desarrollado en éste? En caso de contestar no, detallar los cambios que se deberían llevar a cabo.

6. Competencias clave que se trabajan con esta propuesta didáctica

Este proyecto colaborativo contribuye a que los alumnos adquieran al menos seis de las competencias clave que prevé la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). A continuación se detallan las razones por las que las diferentes competencias clave son trabajadas en las actividades que conforman el proyecto.

Competencia en comunicación lingüística (CCL):

Los alumnos aprenderán con el desarrollo del proyecto a comunicarse a través de los diversos canales existentes. Por ejemplo, la actividad en la que es necesario escribir cartas para solicitar los datos de consumos de combustible para calefacción y electricidad, les servirá para poner en práctica la comunicación escrita. Por otro lado, la presentación final del proyecto les ayudará a aprender a comunicarse de manera oral y expresarse correctamente en público. Además, los alumnos desarrollarán destrezas para entender la información extraída de las diferentes fuentes que se encuentren a su alcance. El hecho de que todas las actividades se desarrollen en grupos de 4 personas hace que la comunicación sea imprescindible en todo momento, con lo que esta competencia es quizá a la que más contribuye el proyecto que aquí se presenta.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):

La temática central del proyecto colaborativo, el cálculo de la huella de carbono, está íntimamente relacionado con las matemáticas, como delata la palabra cálculo. Pero sin duda también lo está con la ciencia, ya que el cambio climático y los gases de efecto invernadero son el foco actualmente de los debates científicos más importantes y con una repercusión más global.

Los alumnos tendrán que trabajar continuamente con números, puesto que el objetivo final es cuantificar la masa de CO₂ que se emite a la atmósfera debido a la actividad del centro escolar. La elaboración de gráficas y su interpretación serán también destrezas que los estudiantes desarrollarán a lo largo del proyecto. Igualmente, el método científico será clave para conseguir una cuantificación real de la huella de carbono.

Competencia digital (CD):

Este proyecto también contribuye a que los chicos y chicas utilicen las nuevas tecnologías más allá de la búsqueda de contenidos en internet o el manejo de las redes sociales. Será imprescindible la utilización de procesadores de textos, programas de presentaciones de diapositivas y hojas de cálculo, herramientas informáticas a las que no prestan demasiada atención normalmente y que sin embargo serán las más útiles en sus siguientes años académicos y profesionales. La necesidad de obtener información para cumplir con los objetivos del proyecto, permitirá que los alumnos aprendan a discernir entre información fiable de la que no lo es, y a utilizar los motores de búsqueda en internet de una manera más avanzada y eficaz.

Competencia para aprender a aprender (CPAA):

Con el desarrollo de las actividades que forman este proyecto, los alumnos avanzarán hacia la consecución de un aprendizaje cada vez más eficaz y autónomo. En la mayor parte de los casos, será necesario que el alumno reflexione para encontrar una solución al problema que se le presenta. Este momento de reflexión es vital para que el alumno aprenda a aprender. Del mismo modo es muy importante conseguir que el alumno sienta curiosidad por los temas que se le plantean, ya que de esta manera fomentaremos que el alumno siga aprendiendo, de manera continua, a lo largo de la vida por iniciativa propia.

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE):

El proyecto planteará a los alumnos un problema que han de resolver. Aunque los profesores les guiarán, será necesario que los alumnos muestren iniciativa para encontrar la solución al problema, con lo que sin duda se fomentará su espíritu emprendedor. Esta competencia requiere también de destrezas o habilidades como la capacidad de análisis, de planificación, organización, toma de decisiones y resolución de problemas, entre otras. Todas ellas se trabajarán continuamente durante el desarrollo del proyecto, por lo que sin duda los alumnos adquirirán esta competencia con la propuesta que aquí se presenta.

Competencias sociales y cívicas (CSC):

Tal y como se viene explicando a lo largo del documento, el proyecto que aquí se plantea lo realizarán los alumnos en grupos de cuatro personas. Para que un trabajo en grupo llegue a buen término, es fundamental la comunicación entre los componentes del grupo, el respeto hacia las ideas diferentes a las propias, la empatía y el sentido democrático, destrezas todas ellas que son trabajadas para adquirir estas competencias sociales y cívicas. El respeto por el medio ambiente y el desarrollo sostenible, temática central del proyecto colaborativo propuesto, son claramente valores que encajan dentro de estas competencias.

7. Planes de centro a los que contribuye esta propuesta didáctica

Plan de sostenibilidad:

El proyecto colaborativo que se propone en este trabajo, tiene por temática central el cambio climático, el respeto al medio ambiente y el desarrollo sostenible como vía para mitigar los efectos del cambio climático y preservar la vida en el planeta tal y como la conocemos. Por lo tanto, este proyecto contribuye de una manera evidente al Plan de Sostenibilidad del centro en que se lleve a cabo. Tal y como expresa la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, la educación ambiental es prioritaria para el Gobierno de Cantabria, por lo que es vital trabajar en esta línea y fomentar la concienciación de los escolares para la conservación del medio ambiente.

Plan “Leer, comunicar, crecer”:

El objetivo principal de este plan es el de fomentar la competencia en comunicación lingüística, de la que ya hemos hablado en el apartado anterior. El proyecto colaborativo propuesto contribuye a este plan gracias al elevado número de actividades que lo forman, en las que se trabajan las diferentes formas de comunicación entre los alumnos.

Plan “Formular, aplicar, interpretar”:

Este plan trata de fomentar la competencia matemática entre los alumnos, en este caso, de secundaria. Como bien se expresa en el título, no se trata únicamente de que los alumnos sepan realizar cálculos matemáticos, si no de que sean capaces de entender el lenguaje matemático, aplicarlo en la resolución de problemas y en la vida real, y finalmente de interpretar los resultados obtenidos tras los cálculos. El desarrollo del proyecto del cálculo de la huella de carbono del centro escolar fomentará que los alumnos se

familiaricen con el lenguaje matemático, puedan resolver mediante las matemáticas el problema que se les presenta, y lo que en mi opinión es más importante, entiendan que las matemáticas son muy útiles y están muy presentes en la vida diaria.

Plan TIC:

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación se encuentran plenamente integradas en la Educación Secundaria Obligatoria. No tiene sentido, en mi opinión, prescindir de su ayuda para lograr el aprendizaje de los alumnos, y por tanto forman parte del proyecto. Será necesario que los alumnos utilicen estas tecnologías para buscar la información necesaria que les permita encontrar soluciones al problema planteado, y por tanto, este proyecto educativo contribuye al desarrollo de este plan.

Plan “Emprender, crear, innovar”:

Este plan trata de fomentar el espíritu emprendedor de los escolares, y en particular, de que desarrollen su capacidad creativa, habilidades de liderazgo, la motivación y el esfuerzo, las estrategias de negociación, de toma de decisiones y de planificación, el trabajo en equipo y la convivencia entre otras. Tal y como se explico con anterioridad, este proyecto fomenta el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor del alumnado, con lo que queda plenamente justificada la contribución del mismo a este plan de centro.

8. Conclusiones

El proyecto de cálculo de la huella de carbono es una propuesta interesante para lograr que los alumnos adquieran una conciencia ambiental suficiente para entender que, el modelo de desarrollo del primer mundo, no puede mantenerse durante mucho más tiempo sin que el medio ambiente no se vea perjudicado de manera irreversible. Además, este proyecto persigue que los alumnos reflexionen y elaboren una serie de medidas que permitan que la actividad del centro sea lo menos contaminante posible. Con ello conseguimos que entiendan que la lucha contra un problema global como el cambio climático, se puede combatir desde el ámbito local, y perciban que su participación en la conservación del medio ambiente es muy importante.

La participación de todas las asignaturas en el proyecto tiene por objetivo que el calentamiento global sea un tema presente en el aula durante todo el curso de forma multidisciplinar, y no se perciba como un problema a tratar únicamente en las asignaturas de ciencias. Además, con esta metodología los alumnos verán más claramente como todas las asignaturas tienen importancia en la vida diaria y están mucho más relacionadas entre sí de lo que ellos esperan. Por otro lado, la existencia de actividades del proyecto en varias asignaturas facilita la adquisición por parte del alumno del mayor número de competencias clave posible y la contribución a un mayor número de planes de centro.

Aunque sea injusto, los adolescentes de hoy tienen el deber de cambiar el modelo de desarrollo actual para frenar el ritmo de destrucción del medio ambiente que hemos llevado hasta ahora; pero los docentes tenemos al menos el deber de formar a esos adolescentes en valores de conservación de nuestro medio natural.

9. Bibliografía

- Badia, A. and García, C. (2006) 'Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos', *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3, pp. 45–54.
- Bottoms, G. and Webb, L. D. (1998) *Connecting the Curriculum to 'Real Life.'* *Breaking Ranks: Making It Happen*. ERIC Clearinghouse.
- Boude Figueredo, O. (2011) 'Pediatric: desarrollo de competencias en TIC a través del aprendizaje por proyectos Pediatric: development of competencies in ICT through project- based learning', *Educación Médica Superior*, 25(2), pp. 116–124.
- Dillenbourg, P. (1999) 'What do you mean by collaborative learning?', *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches*, 1, pp. 1–15.
- Fernández Manzanal, R., Hueto Pérez de Heredia, A., Rodríguez Barreiro, L. and Marcén Alberó, C. (2003) '¿Qué miden las escalas de actitudes? Análisis de un ejemplo para conocer la actitud hacia los residuos urbanos.', *Ecosistemas*, 12(2).
- Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F. N. and Van Velhuizen, H. (2005) 'Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), pp. 2067–2083.
- Galeana de la O, L. (2004) 'Aprendizaje basado en proyectos', *Universidad de Colima*, p. 17.
- Griggs, D. J. and Noguer, M. (2002) 'Climate change 2001: The scientific basis.

- Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change', *Weather*, 57(8), pp. 267–269.
- Gülbahar, Y. and Tinmaz, H. (2006) 'Implementing project-based learning and e-portfolio assessment in an undergraduate course', *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 309-327., 38(3), pp. 309–327.
- Land, S. M. and Greene, B. A. (2000) 'Project-based learning with the World Wide Web: A qualitative study of resource integration', *Educational Technology Research and Development*, 48(1), pp. 45–66.
- Meehl, G. A., Thomas, K., Easterling, D. R. and Changnon, S. (2000) 'An introduction to trends in extreme weather and climate events: observations, socioeconomic impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections', *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(3), p. 413.
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P. and Meehl, G. A. (2010) 'The next generation of scenarios for climate change research and assessment', *Nature*, 463(7282), pp. 747–756.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R. and Dubash, N. K. (2014) 'Climate change 2014: synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change', *IPCC*, p. 151.
- Pachauri, R. K. and Reisinger, A. (2007) 'IPCC fourth assessment report', *IPCC, Geneva, 2007*.
- Pérez-Vega, M., Pérez-Ferra, M. and Quijano, R. (2009) 'Valoración del cambio de actitudes hacia el medio ambiente producido por el programa didáctico “

- EICEA ” en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (14-16 años)’, *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), pp. 1019–1036.
- Rodhe, H. (1990) ‘A comparison of the contribution of various gases to the greenhouse effect’, *Science*, 248(4960), p. 1217.
- Sanchez, J. A. G., Martinez, J. M. L., Holgado, N. F. and Ramirez, B. A. (2012) ‘Life cycle analysis of Euro IV urban buses’, *Dyna*, 87(1), pp. 47–57.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B. and Miller, H. L. (2007) ‘Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2007’.
- Watson, R. T. (2001) ‘Climate Change 2001: Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change’, *Cambridge University Press*.

