



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

**El desarrollo sostenible como  
contenido transversal en la asignatura  
de matemáticas de 4º de ESO.**

**Presentado por:** Amaia Prieto Barbadillo  
**Líneas de investigación:** 1.1.3 Estructura y desarrollo del currículo  
1.1.8 Métodos pedagógicos  
**Director/a:** Javier Fondevila Gómez  
**Ciudad:** Donostia – San Sebastián  
**Fecha:** 2014-09-12

## Resumen

Las matemáticas y el desarrollo sostenible son, a primera vista, dos temáticas sin mucha conexión. Sin embargo, las matemáticas, como base de muchas ramas científicas, ejercen un papel importante en la solución de problemáticas ambientales. Así mismo, teniendo en cuenta la importancia de aproximar situaciones reales a la asignatura de matemáticas para conseguir un aprendizaje significativo, se presenta la oportunidad de abordar problemas ambientales. Se plantea, por tanto, utilizar la sostenibilidad como eje transversal para crear unas matemáticas útiles que al mismo tiempo persigan sensibilizar a los alumnos inculcando valores y actitudes.

Para ello, inicialmente se realiza una revisión bibliográfica sobre la educación para la sostenibilidad y la Agenda Escolar 21, para a continuación, analizar algunas iniciativas educativas en torno al desarrollo sostenible en el aula de matemáticas. Se estima el grado de sensibilización ambiental de los estudiantes de la Educación Secundaria Obligatoria mediante un estudio exploratorio, dónde los datos obtenidos sirven como punto de partida para la elaboración de la posterior propuesta para la asignatura de matemáticas de 4º. Así mismo, se realiza un análisis sobre el grado de concienciación e implicación que presentan los profesores ante la educación para la sostenibilidad. Por último, se desarrolla una pequeña discusión sobre los resultados obtenidos, se exponen las conclusiones obtenidas, y se plantean nuevas líneas de investigación.

**Palabras clave:** Matemáticas, Educación Ambiental, Desarrollo Sostenible, Educación para la Sostenibilidad, Agenda 21 Escolar, Transversalidad.

## Summary

Mathematics and sustainable development are, at first sight, two topics without much connection. However, mathematics, as the basis of many scientific fields, plays an important role in solving environmental problems. Moreover, an opportunity to address environmental problems is arisen, when the importance of applying mathematics in real situations, is taken into account. Not to be forgotten is the goal of achieving a meaningful learning, Therefore, it is proposed to use sustainability as a cross - cutting theme to create a useful mathematics, while at the same time, sensitize students through the inculcation of values and attitudes it is pursued.

First, a literature review on education for sustainability and School Agenda 21 is realized, and then some educational initiatives about sustainable development in the mathematics classroom are analyzed. The environmental awareness among students of compulsory secondary education is estimated through an exploratory study, where the data obtained is used as a starting point for the development of the subsequent proposal for the 4<sup>th</sup> grade mathematics. Furthermore, an analysis of the awareness and involvement about education for sustainability that teachers present is done. Finally, a little discussion on the results obtained is developed, conclusions are exposed, and new lines of research are presented.

**Keywords:** Mathematics, Environmental Education, Sustainable Development, Education for sustainability, School Agenda 21, Mainstreaming.

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Summary .....</b>	<b>2</b>
<b>Índice .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
1.1. Justificación personal .....	5
<b>2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>6</b>
2.1. Objetivos .....	7
2.1.1. Objetivo general.....	7
2.1.2. Objetivos específicos .....	7
2.2. Metodología .....	7
2.3. Justificación bibliografía .....	8
<b>3. Desarrollo .....</b>	<b>10</b>
3.1. Fundamentación teórica .....	10
3.1.1. Educación para la Sostenibilidad y Agenda 21 Escolar. ....	10
3.1.2. La interdisciplinariedad de la Educación para la Sostenibilidad en el curriculum y las matemáticas para el futuro del Planeta Tierra.....	18
3.1.3. El tratamiento transversal del Desarrollo sostenible en el currículo de matemáticas, estudio de propuestas didácticas.....	19
3.2. Materiales y métodos .....	23
3.2.1. Estudio exploratorio sobre la Sensibilización Ambiental de los alumnos de ESO	23
3.2.2. Estudio en torno al grado de implicación de los profesores en materia de desarrollo sostenible. ....	25
3.3. Resultados y análisis.....	26
3.3.1. Sensibilización Ambiental de los alumnos de ESO .....	26
3.3.2. Grado de implicación de los profesores en materia de desarrollo sostenible.....	42
<b>4. Propuesta práctica .....</b>	<b>50</b>
4.1. Justificación.....	50
4.2. Propuesta .....	51
4.2.1. Descripción de las Actividades .....	51
4.2.2. Actividad desarrollada en detalle .....	55
<b>5. Discusión de resultados .....</b>	<b>59</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>63</b>
<b>7. Líneas de investigación futura .....</b>	<b>65</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>66</b>
8.1. Referencias utilizadas .....	66
8.2. Referencias legislativas.....	70
8.3. Bibliografía complementaria .....	70

<b>9. Anexos .....</b>	<b>71</b>
9.1. Anexo 1: Encuesta de sensibilización ambiental .....	71
9.2. Anexo 2: Entrevista al profesorado .....	76
9.3. Anexo 3: Tabla resumen de propuesta de actividades.....	78
9.4. Anexo 4: Ficha para el alumno .....	79

## 1. Introducción

La presente memoria corresponde a la investigación llevada a cabo como Trabajo Fin de Máster (TFM) sobre la importancia de incluir la educación para el desarrollo sostenible en el aula de matemáticas de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, a partir de ahora ESO. Se enmarca en el “Estado de la cuestión” dentro de las temáticas planteadas por la UNIR, concretándose en la “Estructura y desarrollo del currículo” y los métodos pedagógicos según el Tesouro académico.

### 1.1. Justificación personal

---

El motivo de la elección de la educación para el desarrollo sostenible como eje para la elaboración del TFM, reside en mi experiencia previa en torno a dicha temática. Antes de embarcarme en el proyecto de la enseñanza reglada, durante 6 meses trabajé en ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (ECREEE, 2013), Agencia de la Comunidad Económica de los Estados de África Occidental encargada de promover las energías renovables y la eficiencia energética.

Por otro lado, formo parte de la red Gazte Ekoliderrak (Ekugunea-Kutxa Gizarte Ekintza, 2010), un grupo de jóvenes que luchan a favor del desarrollo sostenible en Guipúzcoa.

Ambas experiencias me han mostrado la importancia de la educación en materia de sostenibilidad, para que las personas a través del conocimiento se conciencien, así como, la importancia de que dicha educación sea de manera temprana, para que los futuros adultos se responsabilicen de sus actos para con el medio ambiente.

Durante mi periodo de prácticas, he podido corroborar, algo que ya intuía, la despreocupación que presentan los alumnos en general, e incluso algunos profesores, hacia el cuidado del medio ambiente.

Teniendo en cuenta que soy de la opinión de que un pequeño gesto diario puede cambiar significativamente el futuro de nuestro planeta, veo necesario un estudio y transformación del currículum desde todas las áreas, no solamente en las materias de ciencias naturales. Por ello, y teniendo en cuenta mi especialidad, el presente proyecto presta atención a las matemáticas para cambiar la actitud de los alumnos, de manera que, cada pequeño gesto se convierta una acción involuntaria.

## 2. Planteamiento del problema

Vivimos en la era del cambio climático, las catástrofes naturales, una era en la que la globalización y el desarrollo del ser humano están marcando el futuro del planeta. Sin embargo, ¿sabemos si los jóvenes se sienten responsables de dicho futuro? Las encuestas muestran que la mayor parte de los jóvenes de 15 años sienten gran preocupación. (OCDE, 2012) Pero, ¿dicha preocupación realmente refleja el grado de responsabilidad?

La responsabilidad está estrechamente ligada al conocimiento y comprensión, para una posterior sensibilización ante las problemáticas medioambientales. Si bien, el informe PISA 2006 revelaba que los estudiantes españoles de 15 años estaban por debajo de la media de la OCDE en el nivel de competencia científica, entre ellas la medioambiental (OCDE, 2012), el último informe desvela que han mejorado los resultados, superando dicha media. (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2013).

A pesar de que se están haciendo muchos progresos en materia de educación para el desarrollo sostenible, queda mucho camino por recorrer, ya que, como indica Malherio, en su artículo de colaboración (Oliver Trobat, Castells Valdivielso, Casero Martínez, & Morey López, 2005, pág. 17), las actitudes de los jóvenes muestran el desconocimiento que tienen ante los riesgos de la globalización, ya que su comportamiento, tanto individual como colectivo, no favorece la solución de problemas económicos, sociales, ambientales y culturales.

Ante este hecho, rara vez se relacionan, en la enseñanza no universitaria, las matemáticas con las ciencias medioambientales, y a decir verdad, “Las matemáticas también pueden ser verdes” (Fernández Muerza, 2010) Un claro ejemplo es “Las Matemáticas del planeta Tierra” (Maths of the Planet Earth, 2013), proyecto que se desarrolló a lo largo del año 2013, para mostrar el papel que desempeñan las matemáticas en torno a la solución de diferentes problemáticas. En este proyecto, la Organización de Naciones Unidas para la educación, ciencia y la cultura (UNESCO) actúa como patrocinador. En palabras de Irena Bokova, su Directora General, la UNESCO está a favor del trabajo que vienen desarrollando conjuntamente los matemáticos del planeta al investigar las problemáticas con el fin de comprender los retos que plantea el planeta, sensibilizar a los ciudadanos y de esta manera acercar a la educación el rol que juegan las matemáticas en la solución de las problemáticas mundiales (Organización de los Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2013)

## 2.1. Objetivos

---

### 2.1.1. Objetivo general

El presente Trabajo Fin de Máster, a partir de ahora TFM, tiene por objeto aproximar el desarrollo sostenible de manera transversal a la asignatura de matemáticas de 4º ESO.

### 2.1.2. Objetivos específicos

- Describir la importancia de la educación en desarrollo sostenible y su relación con las matemáticas.
- Analizar la literatura relacionada con la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el ámbito de las matemáticas.
- Recopilar información sobre el grado de sensibilización ambiental en los alumnos de ESO.
- Conocer el grado de interés e implicación de los docentes y equipo directivo para llevar a cabo actividades relativas al desarrollo sostenible.
- Proponer actividades encaminadas a la educación en desarrollo sostenible en el aula de matemáticas.

## 2.2. Metodología

---

Para la elaboración de este TFM se han llevado a cabo diversas metodologías.

En primer lugar, se ha realizado un análisis de la bibliografía en torno a los conceptos del desarrollo sostenible, Agenda 21 y la implicación que tienen las matemáticas en la solución de diferentes problemas ambientales, para, a continuación, analizar diferentes propuestas didácticas llevadas a cabo sobre esta temática en el ámbito de las matemáticas.

En segundo lugar, se ha realizado un estudio exploratorio sobre el nivel de concienciación ambiental de los alumnos de ESO. Para ello, se han utilizado unas encuestas en formato papel, que han sido cumplimentadas en el centro donde he llevado a cabo el periodo de prácticas.

El siguiente paso ha consistido en un análisis cualitativo del grado de sensibilización que tienen los docentes ante el desarrollo sostenible, mediante entrevistas con un guión previo a docentes y una de las responsables de la Agenda 21 Escolar.

Por último, teniendo en cuenta el estudio realizado, se han diseñado una serie de actividades como propuesta para trabajar el desarrollo sostenible de manera transversal en la asignatura de matemáticas de 4º ESO, modelo B.

Tabla 1: Relación entre objetivos y la metodología para obtenerlos

Objetivo específico	Metodología a seguir para conseguir el objetivo específico
Describir la importancia de la educación en desarrollo sostenible y su relación con las matemáticas.	Análisis bibliográfico en torno a la agenda 21 y la implicación de las matemáticas en la solución de las problemáticas ambientales.
Estudiar la literatura relacionada con la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el ámbito de las matemáticas.	Análisis bibliográfico sobre las diversas propuestas curriculares llevadas a cabo en el ámbito de las matemáticas.
Recopilar información sobre el grado de sensibilización ambiental en los alumnos de ESO.	Estudio exploratorio, mediante encuestas, para conocer el grado de concienciación ambiental.
Conocer el grado de interés e implicación de los docentes y equipo directivo para llevar a cabo actividades relativas al desarrollo sostenible.	Entrevistas semi-estructuradas a docentes y responsables de la Agenda 21 Escolar.
Proponer actividades encaminadas a la educación en desarrollo sostenible en el aula de matemáticas.	Realizar una propuesta para acercar el desarrollo sostenible al aula de matemáticas

### 2.3. Justificación bibliografía

Uno de los principales pilares de la investigación es la base bibliográfica que sustenta del TFM. Para llegar a ella, se ha realizado una amplia búsqueda, teniendo en cuenta tanto la fiabilidad de las fuentes, como la fecha de publicación. De esta manera, se pretende obtener conclusiones sólidas basadas en documentos actuales, y con rigor.

La búsqueda de la literatura para abordar el marco teórico se ha desarrollado desde el concepto general de la educación ambiental y la sostenibilidad a lo específico de la didáctica de las matemáticas. Para ello, se han tenido en cuenta las iniciativas y políticas tanto mundiales como locales, llevadas a cabo por las instituciones y órganos competentes en materia de educación, a lo largo de la historia de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Así mismo, se ha prestado atención a aquellas propuestas que relacionan la educación ambiental con las matemáticas.

Los estudios exploratorios en torno al grado de sensibilización ambiental de los alumnos, por un lado, y la implicación de los docentes en esta materia, por otro, se han llevado a cabo, tomando como guía el Ecobarómetro Escolar de la Comunidad Autónoma del País Vasco del 2008 (Gobierno Vasco, 2009), y la investigación dirigida por Oliver Trobat sobre las “Actitudes y percepción del medio ambiente en la juventud española” (Oliver Trobat, Castells Valdivielso, Casero Martínez, & Morey López, 2005). Los datos reflejados en los dos informes serán objeto de comparativa, para enmarcar los resultados obtenidos en el estudio realizado.

Cabe destacar las dificultades para encontrar, en la web, literatura relacionada con propuestas didácticas dentro de la asignatura de matemáticas enfocadas al desarrollo sostenible. En general, existen actividades individuales, para llevar a cabo en una única sesión, sin llegar a abordar el currículo completo de la asignatura. Un ejemplo de ello son los nueve clips de vídeo, emitidos por la BBC, bajo el nombre de “Ecomaths” (Gates, 2012), en los que se muestra cómo las matemáticas pueden ser utilizadas para crear un futuro sostenible.

Para poder abordar este apartado he acudido a la “Ingurugela”, o Centro de Educación e Investigación Didáctico-Ambiental, situada en San Sebastián. En el marco teórico se explica la naturaleza y función de este tipo de centros.

### 3. Desarrollo

El desarrollo de la investigación comienza con la fundamentación teórica para, a continuación, exponer los resultados del estudio exploratorio llevado a cabo, tanto a alumnos, como a docentes.

#### 3.1. Fundamentación teórica

---

A continuación se expone el resultado de una revisión bibliográfica en torno a los conceptos de Desarrollo Sostenible, Agenda 21 Escolar, la relación entre matemáticas y problemáticas ambientales, así como la didáctica interdisciplinar y transversal de la Educación Ambiental para la Sostenibilidad.

##### 3.1.1. Educación para la Sostenibilidad y Agenda 21 Escolar.

En las últimas décadas, las acciones incontroladas del ser humano sobre el medio ambiente han provocado numerosas consecuencias a nivel social, ecológico y económico. Para resolver los problemas derivados del uso indiscriminado de los recursos naturales, incluso prevenirlos, es necesario cambiar el modelo de desarrollo, cada una de las acciones o hábitos de vida hacia una diferente dirección: la sostenibilidad.

A finales de los años 60, principios de los 70, impulsada por la creciente sensibilización ante el deterioro del medio ambiente, “nace” la Educación Ambiental (de aquí en adelante EA), una nueva actitud para dar respuesta, desde la educación, a la crisis ecológica. (González Muñoz, 1996)

La educación ambiental se define por primera vez en 1987 como:

Un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su medio y aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y también la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros (Congreso Internacional de Educación y Formación sobre Medio Ambiente. Moscú, 1987, c.p. Gutiérrez Bastida, 2007, pág.3)

El concepto de Sostenibilidad proviene del latín “sus tenere”, y su significado es conservar y defender. (Benito Iza, Gutiérrez Bastida, Hernández Abaitua, & Marañón Zalduondo, 2008, pág. 6). Su origen se remonta al informe socio-económico Brundtland, elaborado para la ONU en 1987, donde, por primera, vez se define el Desarrollo Sostenible (DS) como: “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias

necesidades” (Bruntland, 1987 c.p. Gestión y Estudios Ambientales, S. C. L., s.f., pág. 7).

Los términos de Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible, se presentan indistintamente en la literatura, a pesar de que presentan una ligera diferencia. Mientras que la Sostenibilidad se concibe como la búsqueda a largo plazo de un mundo más sostenible, el DS se refiere a los procesos para alcanzar dicho objetivo. (UNESCO-Educación, 2012, pág. 5)

La sostenibilidad parte de dos preámbulos: el hecho de que el ser humano tiene unas necesidades y que existen límites que imposibilitan un crecimiento sin fin. La sostenibilidad, por ello, se ha convertido en la base y objetivo de la EA. La búsqueda de un futuro sostenible crea la denominada Educación para la Sostenibilidad (EpS), educación que analiza el medio ambiente de un modo integrador, fomenta propuestas a favor del desarrollo sostenible y desarrolla programas y recursos para promover la colaboración y participación de la ciudadanía. (Benito, et. al, 2008, pág.6)

El desarrollo sostenible está compuesto por tres componentes: el social, el económico y el ambiental (UNESCO-Educación, 2012). La EpS amplía sus dimensiones al ámbito político y educativo para luchar por los diferentes valores asociados a cada dimensión, tal y como se muestra en la Figura 1

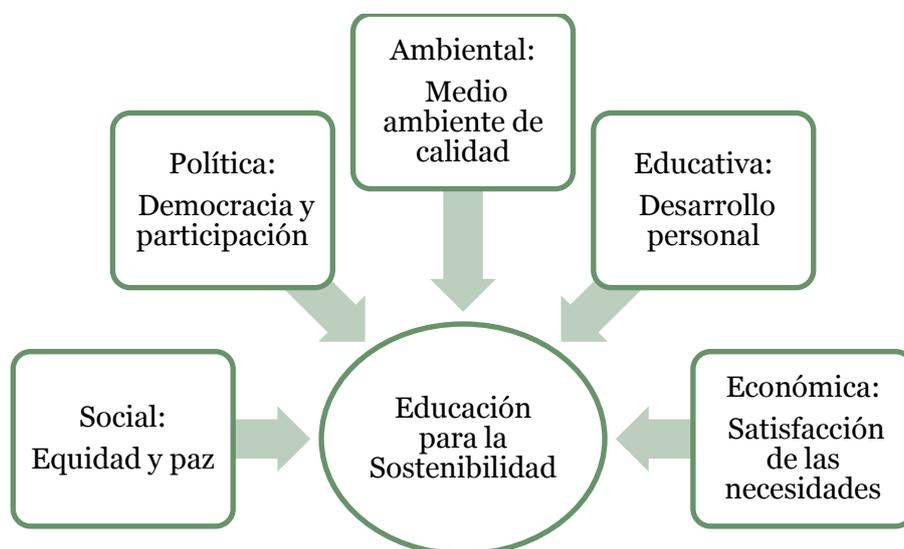


Figura 1 Dimensiones y principios de la Educación para la Sostenibilidad  
Fuente: (Martínez Huerta, 2009).

La EA, por tanto, pasa a denominarse Educación Ambiental para la Sostenibilidad (EAS), ya que, como describe Novo, se constituyó como una modelo de educación en búsqueda de un desarrollo sostenible (Novo, 2009, pág. 203).

En la Figura 2 se pueden observar los pasos más destacados de la historia en búsqueda de la Sostenibilidad en el ámbito de la Educación, concretamente en el País Vasco.



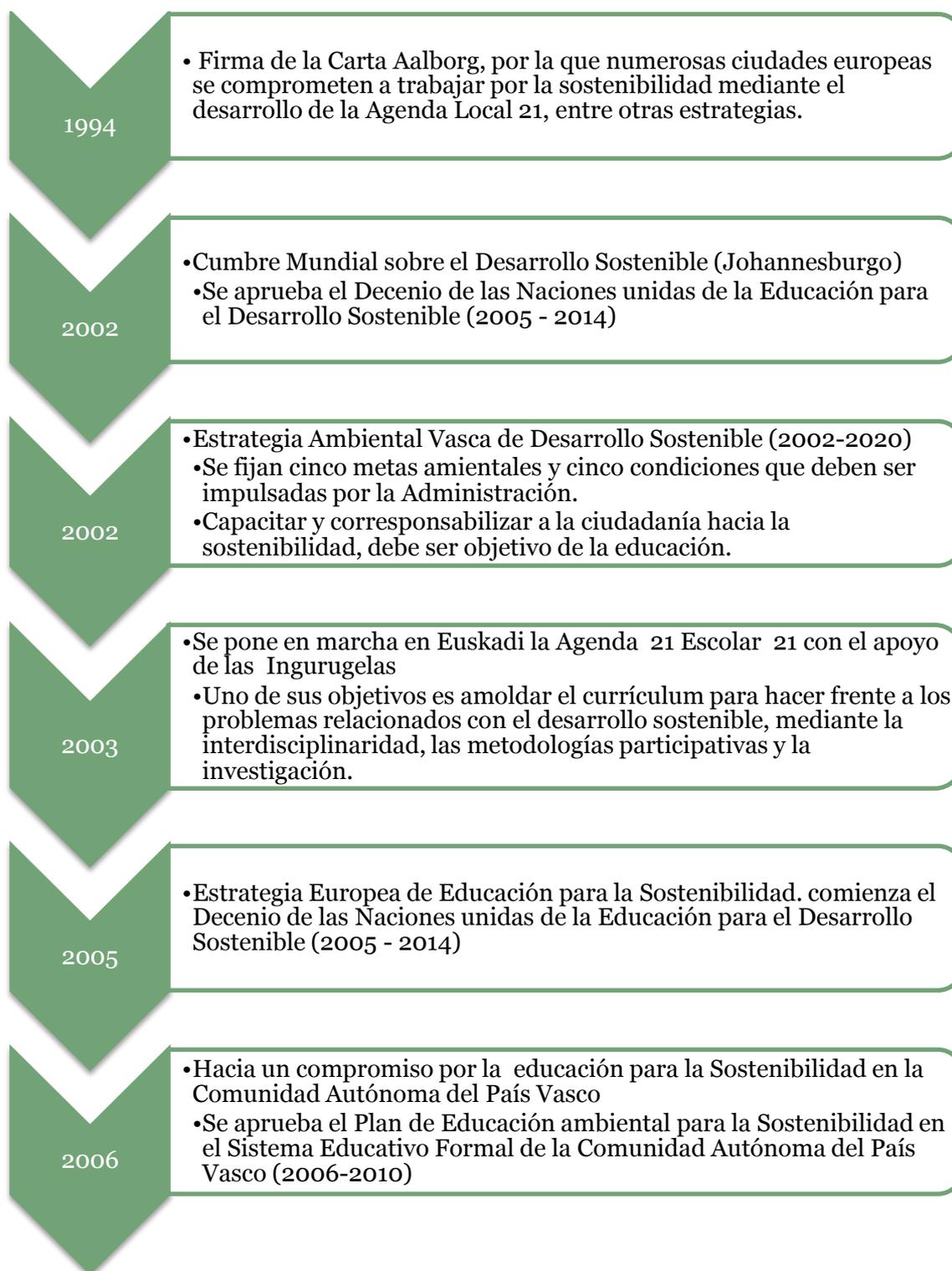


Figura 2: Hitos en la búsqueda de la Educación para la Sostenibilidad en el País Vasco.

Desde 2005 hasta el presente año se ha desarrollado el programa del “*Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para El Desarrollo Sostenible*” (UNESCO - Educación, 2006). Aprobado en 2002 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, tiene como objetivo la integración de “los valores inherentes al desarrollo sostenible en

todos los aspectos de la enseñanza para fomentar cambios en el comportamiento que faciliten la consecución de una sociedad más sostenible y justa para todos”. Para ello, el programa invita a los gobiernos a sensibilizar y educar a la población, así como a promover su participación activa. El documento establece los cuatro campos de actuación para el DS que se pueden observar en la Figura 3:

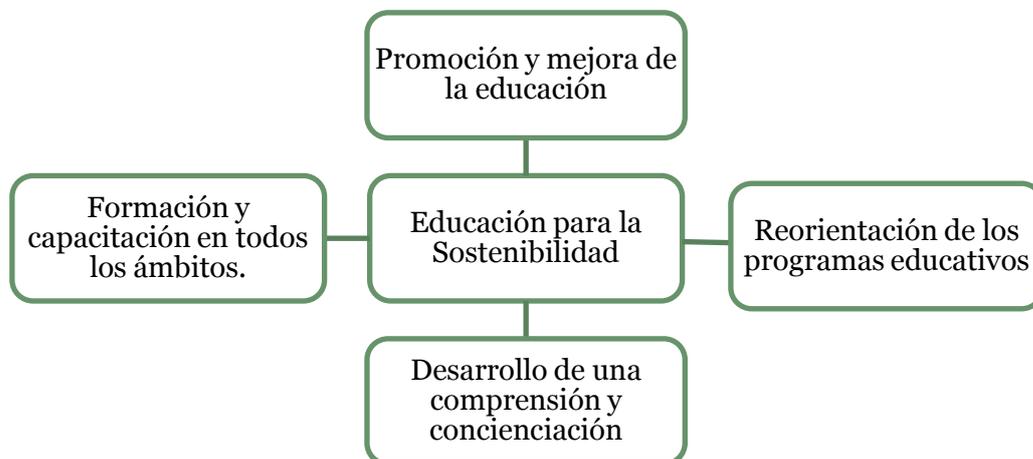


Figura 3: Ámbitos prioritarios de actuación según la educación para la Sostenibilidad  
Fuente: (Gobierno Vasco, 2006, pág. 26)

El Gobierno Vasco en respuesta a las directrices europeas, y dentro del marco de “*La Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible*” (EAVDS 2002-2020) establece un “*Plan de Educación ambiental para la Sostenibilidad (PEAS) en el Sistema Educativo Formal de la Comunidad Autónoma del País Vasco (2006-2010)*” (Gobierno Vasco, 2006). En él se establecen un conjunto de medidas y compromisos. El Sistema educativo del País Vasco, se encuentra por tanto, ante el reto de conseguir que la población forme parte del proceso de aprendizaje sobre cómo conseguir un modo de vida más sostenible.

En el ámbito local, a medida que se desarrolla la Agenda 21, el lema “actuar de manera local, pensando globalmente” coge fuerza. Los centros educativos pasan de intervenir únicamente en el aula, a interactuar con su entorno. De esta manera, trasladando la participación y la experiencia en sostenibilidad a la sociedad, surge La Agenda 21 Escolar (A21E) (Gutiérrez Bastida, 2007, pág. 5).

La A21E es un programa educativo que tiene por objeto mejorar la calidad educativa y la sostenibilidad del centro y su entorno (Benito, et. al, 2008, pág.16). Se basa en tres ámbitos, la gestión de la sostenibilidad del centro y su entorno, la participación en la comunidad y la innovación curricular, tal y como se puede observar en la Figura 4.



Figura 4: Ejes de actuación de la Agenda 21 Escolar  
 Fuente: (Benito, et al, 2008, pág. 17)

Cada año la A21E se desarrolla en torno a un tema o problemática medioambiental y éste se lleva a cabo en torno a los tres ejes mencionados. Mientras que la participación favorece la intervención de la ciudadanía mediante su educación para solucionar los problemas planteados, el ámbito de la gestión, permite llevarlos a la práctica y de esta manera contribuir en el logro de las cinco metas que plantea la EAVDS (Benito, et al, 2008, pág. 29), como se puede observar en la Figura 5



Figura 5: Relación de las metas de la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible con los temas propuestos para la Agenda 21 Escolar  
 Fuente: (Benito, et al, 2008, pág. 29)

El eje de la innovación del currículo versa en la búsqueda de nuevas metodologías y estrategias para el desarrollo de las competencias básicas, ya que se crea un espacio de reflexión e investigación sobre los temas de manera interdisciplinar (Benito, et al, 2008, pág. 29).

La implantación de cada tema de la A21E en el centro consta de las 5 fases que se muestran en la Figura 6 y se llevan a cabo a lo largo de un año lectivo.

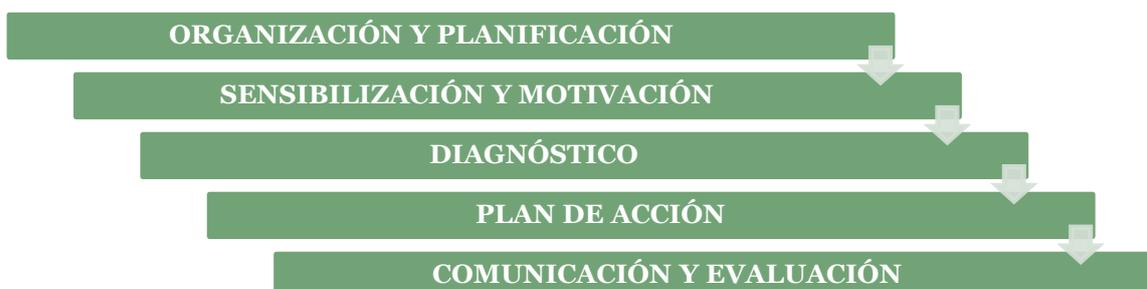


Figura 6: Fases del proyecto Agenda 21 Escolar

Fuente: (Benito, et al, 2008, pág. 31)

La A21E cuenta con la colaboración de los Departamentos de Educación, Universidades, Investigación, y de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, mediante la asesoría de las “Ingurugelas”. Estos centros de Educación e Investigación Didáctico Ambiental, son públicos y surgen, en 1989, para desarrollar, coordinar e impulsar planes de EA en la educación no universitaria. La transversalidad como metodología y los contenidos de los currículos son los principios que fundamentan estos centros, sin olvidar el desarrollo sostenible como fin último (Centro Nacional de Educación Ambiental - CENEAM, s.f.).

La EAVDS, establece como meta la implantación de la A21E en la totalidad de los centros de enseñanza obligatoria para el 2012. A su vez prevé llevar a cabo Ecobarómetros cada 4 años. Dentro de este marco, nace en 2008 el Ecobarómetro Escolar, encargado de evaluar el sistema educativo en torno al desarrollo de la EAS, la percepción de la comunidad educativa en relación al medio ambiente y el DS y los logros del alumnado, para determinar los datos que servirán como referencia para futuros resultados. La investigación se lleva a cabo de manera periódica utilizando indicadores de calidad para evaluar la relación en la búsqueda de la sostenibilidad entre el centro educativo y medio ambiente. (Gobierno Vasco, 2009, pág. 19)

El Ecobarómetro de 2008 se desarrolla en torno a 3 ejes de estudio, mediante 8 indicadores y 22 sub-indicadores, diseñados para conocer el grado de implantación de las medidas propuestas en el PEAS y la consecución de los objetivos propuestos en el

mismo (Gobierno Vasco, 2006, pág. 83). En la Figura 7 se puede observar la distribución de los mismos.



Figura 7: Distribución de los indicadores y sub-indicadores que componen los tres ejes del EcoBarómetro Escolar 2008

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 27)

Se ha prestado atención a los ejes 2 y 3 para llevar a cabo la investigación. Mientras que el eje 2 se centra en conocer qué percepción tiene la comunidad educativa respecto el papel que cumple y puede cumplir sobre el medio ambiente y la sostenibilidad, el eje 3 estudia si las medidas llevadas a cabo para la inserción de la EpS han dado resultados en forma de conocimientos y actitudes en torno a las problemáticas ambientales y han creado alumnos competentes en materia de sostenibilidad.

### **3.1.2. La interdisciplinariedad de la Educación para la Sostenibilidad en el currículum y las matemáticas para el futuro del Planeta Tierra.**

La EpS según Martínez (2009, pág. 6) tiene las siguientes características: se basa en integrar las experiencias didácticas en la vida personal, crea conciencia crítica y busca crear alumnos competentes en la resolución de problemas, al mismo tiempo que adopta un enfoque interdisciplinar y se utilizan diferentes metodologías y recursos didácticos.

La A21E requiere de una renovación del currículum, ya que invita a reflexionar entorno a los objetivos de la educación y crear competencias acordes al entorno de los alumnos, al mismo tiempo que, basándose en la EpS, aboga por la interdisciplinariedad junto con una metodología participativa e innovadora (Gobierno Vasco, 2009, pág. 5)

El sistema educativo vasco muestra la importancia de incorporar la sostenibilidad en el currículum, al considerar que una de las finalidades de la Educación Básica es:

Preparar a los alumnos y alumnas para que se incorporen a la vida adulta y sean capaces de vivir una vida plena como sujetos individuales, como ciudadanos miembros activos de la sociedad y como personas comprometidas con la conservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible. (BOPV, Decreto 97/2010, de 30 de marzo)

Villalta (2012, pág. 6) destaca cómo la EA debe ser tratada de manera interdisciplinar, ya que el hecho de aplicarla únicamente en las materias afines a las ciencias naturales, no ha dado resultado.

Las matemáticas están presentes en la toma de decisiones a la hora de paliar los problemas ambientales, ya que ayudan a entender los fenómenos, cuantificar los daños y aproximarse a sus causas y efectos. (Fernández Muerza, 2010) El autor señala la predicción y lucha contra problemas como la degradación de la naturaleza, los terremotos o los incendios como ejemplos de su aplicación, así como indica a la ayuda que proporcionan para mejorar la producción de energía mediante recursos naturales como el Sol

Durante 2013, como se ha comentado anteriormente, se llevó a cabo el proyecto Matemáticas del Planeta Tierra. (MPE2013) Los institutos de investigación canadienses y estadounidenses, con el apoyo de la UNESCO llevaron a cabo esta iniciativa para mostrar la importancia de las matemáticas en el estudio de la Tierra, ya que, por un lado, todo fenómeno terrestre depende de esta ciencia para poder modelizarlo, al mismo tiempo que son la base de la actividad humana. (De León, 2013).

El proyecto aparece bajo cuatro categorías: un complejo planeta por descubrir, un planeta biológicamente diverso, un planeta organizado por humanos y un planeta en peligro (Maths of the Planet Earth, 2013). Como los desafíos que hacen frente a nuestro planeta, no se acaban después del año 2013, se ha diseñado el programa MPE2013+ que va a girar en torno a cinco temas de trabajo:

- Gestión de los recursos naturales
- Entornos humanos sostenibles
- Desastres naturales
- Datos para concienciar sobre el uso de la energía
- Cambio Global

En palabras de León (2013) los retos de esta iniciativa son: fomentar la investigación matemática, animar a los profesores de todas las etapas a informar sobre las temáticas, e informar al público en general sobre el papel de las matemáticas. El porqué de la importancia de las matemáticas no reside sólo en proporcionar herramientas para el estudio de datos, sino por la manera de proceder de esta ciencia en la que, para obtener respuestas, se formulan hipótesis metódicas analizando cada consecuencia. (Herrero, 2013, pág. 687)

El desarrollo del razonamiento lógico que otorga la ciencia matemáticas, actúa como motor de la conciencia ambiental hacia la sostenibilidad (Martínez Arévalo, s.f., pág. 1). Martínez (s.f.) afirma que los alumnos que logran desarrollar un pensamiento matemático, tendrán mayor facilidad a la hora de resolver problemáticas reales, y de la vida cotidiana, como pueden ser las planteadas por el DS. Si se conecta la sostenibilidad con el pensamiento lógico de las matemáticas se fomenta que el alumno asuma un rol activo dentro de la sociedad al poder dar soluciones locales a problemas globales.

### **3.1.3. El tratamiento transversal del Desarrollo sostenible en el currículo de matemáticas, estudio de propuestas didácticas.**

González, (1996, pág. 44) señala que la transversalidad va más allá de incluir temas en distintas materias, hace referencia a la Educación que persigue la formación integral de

la persona. Por lo tanto, la transversalidad no sólo versa en aquellos contenidos considerados indispensables, sino que busca un valor, una intención en el porqué de estos aprendizajes. El sistema educativo, bajo una visión responsable del mundo, asume una dimensión en la que los contenidos adquieren sentido y esto permite que se entienda y actúe ante las problemáticas asociadas.

En palabras de Villalta (2012, pág. 4) es importante tratar de manera transversal la Educación para la Sostenibilidad para que su integración en los currículos sea efectiva, pero, así mismo presenta dificultades llevarlo a la práctica, ya que normalmente, no se cuenta con un responsable y no es una materia que se refleje en el horario lectivo del docente.

La mejor manera de relacionar el DS con las matemáticas es considerar los problemas ambientales actuales y buscar algo matemático en ellos (Cecilia Gámiz, Flores Martínez, & Gutiérrez Pérez, s.f.). Cabe destacar que, la resolución de problemas en torno a la sostenibilidad, numerosas veces, depende de unos resultados recopilados, analizados y divulgados con la ayuda de las matemáticas. Del mismo modo, los conceptos matemáticos muchas veces pueden ser ilustrados mediante ejemplos relacionados con las dimensiones natural, social, económica y política de la EpS (UNESCO Etxea, s.f.).

Díaz (2003), en su investigación para vincular el contenido curricular de las matemáticas con las temáticas medioambientales, propone diseñar una estrategia que mantenga una estructura coherente y dé paso a una ambientalización fluida dentro de la asignatura. Esta estrategia, se centra en la creación de temáticas ambientales que deriven en una serie de metas tal y como se puede observar en la Figura 8.

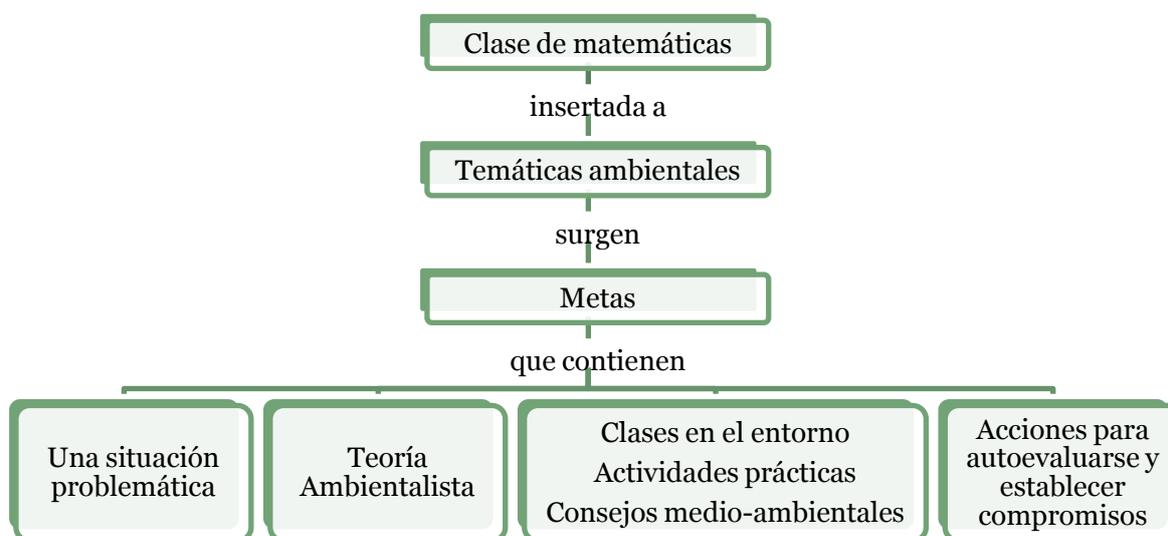


Figura 8: Estructuración para la ambientalización en la asignatura de matemáticas  
Fuente: (Díaz Feijóo, 2003, pág. 6)

A la hora de trabajar matemáticas y medio ambiente de manera integrada Giménez, Fortuny y Alsina (1995) clasifican en 5 tipologías las diferentes estrategias, como se observa en la Figura 9:

<b>Interrogación</b>	• Identificar, localizar, encuestar, realizar un muestreo
<b>Representación</b>	• Comprender, medir , cuantificar, calcular, figurar
<b>Estructuración</b>	• Visualizar, modelizar, simular, diseñar alternativas, planificar, comunicar
<b>Responsabilización</b>	• Prevenir, calificar, preservar, tomar decisiones, validar
<b>Contraste</b>	• Entre realidades

Figura 9: Tipologías de estrategias para trabajar de manera integrada matemáticas y medio ambiente.

Fuente: Giménez et al (1995)

En palabras de Giménez et al (1995), cualquier dato periodístico o situación concreta de intereses entre la lucha social, política y ambiental, proporciona un marco para crear actividades matemáticas, sólo se necesita saber formular preguntas estratégicas.

Se pueden plantear tantos itinerarios de trabajo como temáticas ambientales se quieran abordar. Giménez et al (1995), por ejemplo, tomando aspectos generales como la tierra, el agua, el aire y la población, plantean cuatro itinerarios de trabajo: estratégico, paisajístico, energético y demográfico. Para atravesar de manera conjunta las matemáticas y la EpS crean una matriz que relaciona los contenidos curriculares con las problemáticas ambientales como se puede observar en la Tabla 2.

El contacto con la realidad, observar los fenómenos, investigarlos, evaluarlos y sensibilizarse con ellos, permite desarrollar habilidades que ayudan a tomar las decisiones adecuadas. Giménez et al (1995). Las matemáticas según Cecilia (s.f.) actúan como lenguaje para expresar las problemáticas ambientales.

Tabla 2: Tareas correspondientes a objetivos curriculares medioambientales y de matemáticas

CONTENIDOS CURRICULARES	Calidad del aire	El agua y sus recursos	El agua y sus recursos	RECURSOS TERRESTRES
<i>Procedimientos</i> Lenguajes - Interpretación - Repres. gráfica	Sitúa las nubes Representa datos	El agua en casa Cómo llega el agua Levantar el agua	Pirámides poblac. ¿Y el año 2000?	Datos ecológicos
Cognición - Clasificación - Visualización - Res. problemas	Fábricas y polución Problemas acústicos	Las ballenas	Conservación y ciclos de vida	Detecta polución Recogida de basuras Los contaminantes
Medida y cálculo - Directas e indirectas - Aprox. estimación - Areas y volúmenes	Instrumentos: taquímetro, rodímetro	Botellas y recipientes	Densidad de población	Medidas antiguas Escalas naturales Contenedores
Modelización - Mod. gráficos - Escalas	Nubes radioactivas	Midiendo bosques	Por qué el aumento Pirámides de población	Itinerarios y paisajes
Tratamiento de la información - Datos Estadística	Olores y sonidos Escalas de magnitud	La pesca	Sondeos medioambientales	Residuos sólidos Plantas de reciclaje
<i>Conceptos</i> Números - Proporciones	Lluvia ácida El CFC Ambiente enrarecido	Midiendo lo inalcanzable	Cálculos demográficos	Nuestras tierras
2D-3D	Localizamos Orientate y sitúa	El río contaminado Redes de pesca	Población y situación	Compresión de basuras Recogidas de basuras
Dependencia	Análisis de polución	Gráficos y ballenas	Recursos hidráulicos	Verter y abonar Historia de un paisaje
Azar				Pilas abandonadas
<i>Actitudes</i> - Interrogación - Valor científico - Reflexión, crítica, socialización	Se desarrollan en la práctica totalidad de los temas			

Fuente: (Giménez, Fortuny, & Alsina, 1995)

Nota: El título de la cuarta columna parece presentar una errata, debería relacionarse con la población.

### 3.2. Materiales y métodos

---

A continuación se realiza una breve descripción de los materiales y métodos utilizados para la ejecución del estudio de campo. Se comienza con el de los alumnos para, a continuación, abordar el del profesorado.

#### 3.2.1. Estudio exploratorio sobre la Sensibilización Ambiental de los alumnos de ESO

Uno de los objetivos de este Trabajo Fin de Máster consiste en recopilar información sobre el grado de sensibilización ambiental en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

Para llevar a cabo este propósito, se ha realizado un estudio de campo a un grupo de aproximadamente 150 alumnos, de los diferentes niveles de la ESO, todos ellos pertenecientes a un mismo centro. Dicha encuesta ha sido creada a partir de dos documentos, por un lado el ya mencionado Ecobarómetro Escolar del Gobierno Vasco (Gobierno Vasco, 2009) y por otro, el trabajo de investigación sobre las “Actitudes y percepción del medio ambiente en la juventud española” (Oliver Trobat, Castells Valdivielso, Casero Martínez, & Morey López, 2005)

La encuesta para conocer el grado de sensibilización ambiental de los alumnos, adjunta en el Anexo 1, se fundamenta en el apartado de competencias del alumnado del Ecobarómetro Escolar y se estructura según los cuatro sub-indicadores definidos por el mismo. Las nueve cuestiones que la componen se enmarcan dentro de cada uno de los cuatro sub-indicadores, de manera que el análisis de cada uno de los apartados, dé respuesta al grado de adquisición de los diferentes indicadores sobre las competencias de los alumnos. (Tabla 3)

Dicha encuesta fue cumplimentada de forma presencial por un total de 156 alumnos, pertenecientes a los diferentes cursos de la ESO, (Tabla 4), en aproximadamente 15 minutos, durante los días 16, 17 y 18 de junio en un centro escolar de la capital guipuzcoana.

Los datos obtenidos han sido tratados mediante el programa Microsoft Excel, para la elaboración y presentación de los resultados en diferentes formatos como tablas, porcentajes, gráficos, etc.

Tabla 3: Organización de los contenidos de la encuesta sobre la Sensibilización Ambiental de los alumnos de ESO.

Sub- Indicadores Ecobarómetro	Apartados de la encuesta
Comprensión e interés en torno a los problemas ambientales	Grado de conocimiento sobre diferentes temas ambientales
	Fuentes de información sobre los temas ambientales del apartado precedente
	Opinión sobre la relación entre el crecimiento económico y la preservación del medioambiente
	Opinión sobre la relación entre la ciencia, la tecnología y la problemática medioambiental.
Sentido de la responsabilidad ante la sostenibilidad del medio ambiente	Grado de preocupación acerca del estado del medio ambiente en diferentes entornos, como la ciudad, la comunidad autónoma, el país y el mundo.
	Percepción de la importancia de los diferentes problemas ambientales para el sujeto y su entorno.
Consciencia del efecto de las acciones de cada individuo en el medio ambiente	Apreciación de la relación entre las acciones individuales y la preservación del medio ambiente.
Disposición de los alumnos a actuar de manera sostenible.	Disposición para tomar medidas a favor del mantenimiento de los recursos naturales.
	Percepción sobre diferentes medidas para paliar las problemáticas ambientales

Fuente de sub-indicadores: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 75).

Se han introducido como variables el hecho de estudiar o no biología, además de la edad y el sexo, para, posteriormente, poder comparar los resultados en base a las diferentes características del alumnado encuestado. La decisión de incluir esta variable se basa en considerar Biología como la asignatura en la que más se trabajan los temas medioambientales. Esto permitirá observar si dicho hecho realmente influye en la sensibilización, ya que hasta ahora rara vez ha sido incluido en la asignatura de matemáticas.

Tabla 4: Distribución de los alumnos que completaron la encuesta.

Curso	Número de Alumnos	Hombre	Mujer	Estudian Biología
1º ESO	17	8	9	17
2º ESO	46	22	24	46
3º ESO	67	32	35	67
4º ESO	26	12	14	10
TOTAL	156			

### 3.2.2. Estudio en torno al grado de implicación de los profesores en materia de desarrollo sostenible.

La disposición del profesorado ante la educación ambiental y el desarrollo sostenible, es un punto fundamental para conseguir un proceso de enseñanza - aprendizaje pleno. Por ello, se ha planteado como objetivo del Trabajo Fin de Máster conocer el grado de concienciación e implicación, del personal docente, así como del equipo responsable de la Agenda 21 Escolar.

La metodología utilizada para este fin ha consistido en entrevistas guiadas a través de un pequeño cuestionario, a profesores de diferentes niveles educativos. Se tomó la decisión de entrevistar a docentes de diversos cursos, para así poder obtener una percepción en función de las realidades que atienden.

El cuestionario, y por consiguiente la entrevista se basa, al igual que en el caso de los alumnos, en el estudio llevado a cabo en el EcoBarómetro del País Vasco, concretamente en el Eje de la Comunidad Educativa. El objeto del estudio de dicho apartado consiste en “conocer la percepción de la comunidad educativa sobre el papel que puede jugar, y juega, el centro educativo sobre el medio ambiente y la sostenibilidad.” (Gobierno Vasco, 2009, págs. 25-26).

Tabla 5: Relación de las cuestiones planteadas en la entrevista al profesorado con los diferentes indicadores del EcoBarómetro.

Indicadores	Temáticas planteadas en la entrevista
<i>“Papel de la escuela respecto la sostenibilidad”</i>	Conocimiento, comprensión y grado de acuerdo del concepto de desarrollo sostenible
	El centro escolar y la sostenibilidad
	Prioridad de la educación para la sostenibilidad en el centro escolar
<i>“Actitudes de la comunidad educativa”</i>	Participación en acciones de preservación del medio ambiente
	Propuestas de mejora de la Educación Sostenible
<i>“Educación ambiental para la sostenibilidad”</i>	Ámbitos de mejora gracias a la educación para la sostenibilidad, según el profesorado.

Fuente de indicadores: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 75).

La entrevista, cuyo cuestionario se adjunta en el Anexo 2, está formada por 10 preguntas de las cuales 6 son en formato de elección múltiple y las otras cuatro son de desarrollo. En las primeras pueden expresar el grado de conformidad respecto a los diferentes enunciados, mientras que las segundas sirven de complemento al primer

tipo de cuestiones planteadas. Todas ellas se enmarcan en los diferentes indicadores mencionados anteriormente (Tabla 5).

Las entrevistas se llevaron a cabo durante los días 18, y 19 de junio en un centro de la capital guipuzcoana, a un total de 7 profesoras, y, como se ha mencionado anteriormente, pertenecientes a diferentes etapas educativas. (Tabla 6)

Tabla 6: Distribución de los profesores que completaron la encuesta.

Etapa	Número de Profesores	Imparten	
		Matemáticas	Otras Materias Impartidas
PRIMARIA	1	1	Tutoría General
SECUNDARIA	3	2	Ciencias de la Naturaleza Habilidades para el desenvolvimiento en la comunidad
BACHILLERATO	3	2	Biología, Física y Química
TOTAL	7		

### 3.3. Resultados y análisis

A continuación se detallan los resultados de los dos estudios llevados a cabo. Por un lado, comenzando con la parte cuantitativa de la investigación, se analizan los datos obtenidos mediante las encuestas. En segundo lugar, respecto a la investigación cualitativa, se analiza el contenido extraído de las preguntas abiertas realizadas y valoraciones surgidas durante las entrevistas.

#### 3.3.1. Sensibilización Ambiental de los alumnos de ESO

En base a la encuesta adjuntada en el Anexo 1, a continuación se exponen y analizan los resultados obtenidos en la misma.

Los datos obtenidos en el Centro Escolar han sido analizados, tomando siempre como referencia los documentos anteriormente citados, en base a las siguientes perspectivas:

- Comparando con los datos globales de España y de la comunidad autónoma del País Vasco, obtenidos del informe de investigación de Oliver, et al (2005) en torno a las “Actitudes y percepción del medioambiente en la juventud española”.
- Comparando con los datos expuestos por Oliver, et al (2005), igualmente en su informe, “obtenidos de forma global por los jóvenes de Reino Unido, Finlandia y Portugal en el estudio europeo TETSDAIS (Miranda, Alexandre y Ferreira, 2004)”, y que ha denominado “países E-3”.

- En ciertos apartados, comparando con los datos obtenidos del EcoBarómetro Vasco 2008. (Gobierno Vasco, 2009)

El tratamiento de los resultados obtenidos depende de aquel dado en los informes, a los datos con los que se comparan, de este modo, en ocasiones se han tomado solamente aquellas respuestas con valores de afirmación extrema como por ejemplo “Totalmente de acuerdo”. En cada uno de los apartados se especifica cómo han sido tratados los datos.

En numerosos apartados los datos analizados se expresan en porcentaje, y aparecen ordenados de manera decreciente en base a las respuestas obtenidas en el estudio de los alumnos de ESO.

Cabe matizar, que a la hora de citar los enunciados, o los ítems de la encuesta se destacan en cursiva a lo largo del texto.

La variable introducida para comprobar si afectaba el hecho de cursar biología, al reducirse a una única aula y curso, no presenta diferencias reseñables en el groso de la encuesta, por lo tanto, no se ha tenido en cuenta en la descripción del análisis.

#### 3.3.1.1. Comprensión e interés en torno a los problemas ambientales

La encuesta comienza examinando la comprensión e interés de los alumnos por los problemas medioambientales. Este apartado está formado por las cuatro cuestiones que se analizan a continuación.

- *Grado de conocimiento sobre diferentes temas ambientales*

En la cuestión *qué sabes sobre los siguientes temas* se analiza el grado de conocimiento que los alumnos tienen sobre 10 ítems adaptados del estudio de Oliver, et al (2005, pág. 219). Para obtener el resultado se han tomado en cuenta únicamente las opciones en las que el alumno afirma conocer y poder explicar algo sobre la temática: *Sé algo y podría explicarlo a grandes rasgos* y *Lo conozco y sabría explicarlo bastante bien*. Los resultados obtenidos se han comparado con los datos de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), España (ESP) y los países englobados en el E-3, aparejando aquellos ítems que no fueran rigurosamente exactos, tal y como se describe en la Tabla 7.

Tabla 7: Grado de conocimiento de los alumnos en torno a problemáticas ambientales.

	ESO	CAPV	ESP.	E-3
Aprovechamiento del agua	79	80	79	65
Residuos peligrosos = Residuos nucleares	62	34	44	57
Contaminación del agua	57	81	80	81
Lluvia ácida	54	56	68	73
Consecuencias de la deforestación para dar otro uso al suelo = Deforestación	44	65	71	69
Tratamiento de residuos	31	58	61	72
Aumento de gases de efecto invernadero = Contaminación atmosférica	28	81	85	83
Planificación urbana y de movilidad	26	33	37	52
Pérdida de la biodiversidad	24	13	28	26
Utilización de organismos modificados genéticamente = Comida manipulada genéticamente	21	48	45	55

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005).

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa del grado alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3

*El aprovechamiento del agua, los Residuos peligrosos y la Contaminación del agua* han sido los tres ítems más conocidos por los alumnos (en orden del más conocido al menos), según los resultados. Así como el primer ítem entra dentro de lo esperado, destaca, por un lado, el alto porcentaje de alumnos que declara saber algo o conocer bien los *Residuos peligrosos* (62%), respecto a los de la CAPV que obtienen valores bastante menores (34%), y por otro, la diferencia de porcentaje entre los alumnos encuestados y los demás datos respecto la *Contaminación del agua*.

Como se puede observar en la Figura 10 sorprende el alto porcentaje de alumnos que nunca han oído hablar de temas como la *Pérdida de la Biodiversidad* (54%), la *Utilización de organismos modificados genéticamente* (49%) y la *Planificación urbana y de la movilidad* (40%).

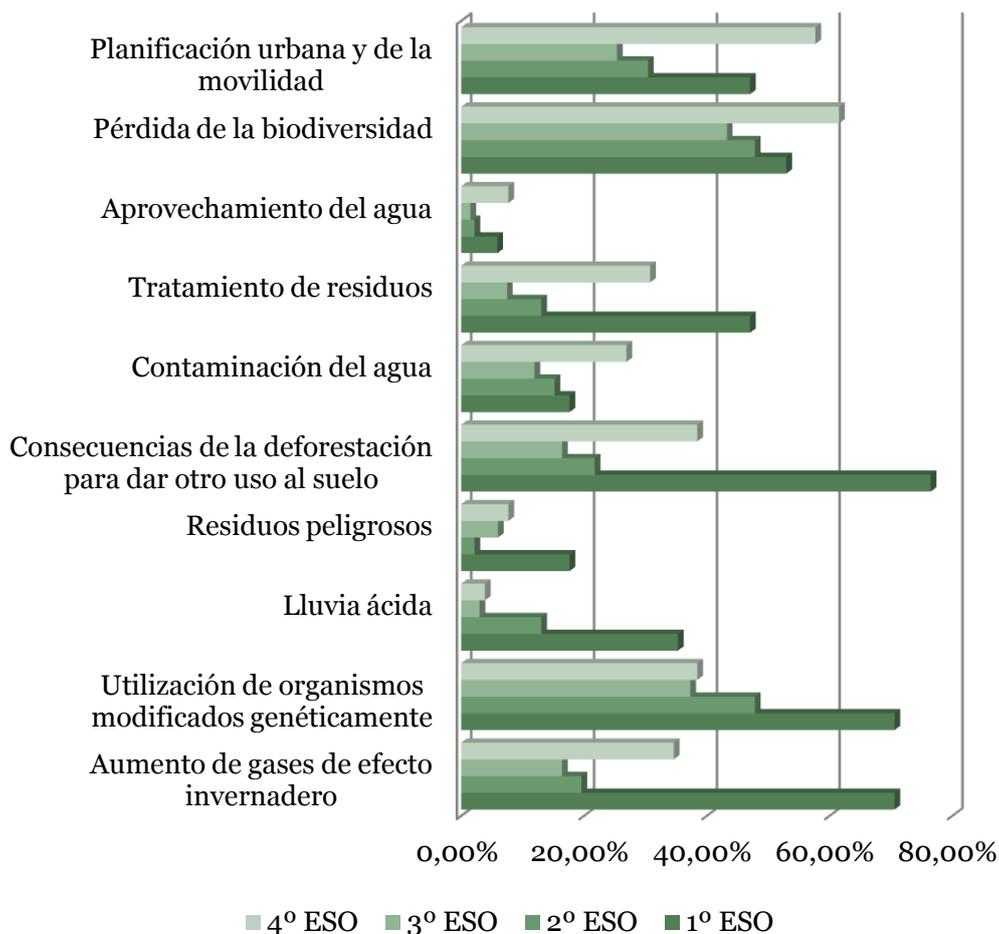


Figura 10: Resultado de los diferentes cursos de la ESO ante la respuesta “Nunca he oído hablar de este tema” a la hora de evaluar el conocimiento sobre diferentes problemáticas ambientales.

Fuente datos: Encuesta

Nota: Datos en tanto por ciento.

Los alumnos de 1º de ESO, posiblemente al ser los más jóvenes, son los que menos conocen los distintos asuntos medioambientales. Hasta un 71% declaran que nunca ha oído hablar del *Aumento de los gases invernadero*, o la *Utilización de organismos modificados genéticamente*, así como un 76% no conoce las *Consecuencias de la deforestación*. Estos datos contrastan con el conocimiento que declaran tener dichos alumnos con respecto al aprovechamiento del agua con un 71% también.

Por otro lado llama la atención que los alumnos de 4º de ESO son los segundos que no han escuchado hablar en la mayoría de los asuntos medioambientales, incluso son los primeros en temas como la *Pérdida de la biodiversidad* o la *Planificación urbana y de la movilidad* con valores de 62 y 58% respectivamente.

Los alumnos de 2º y 3º de ESO muestran porcentajes similares en el rango de conocer los distintos temas medioambientales y poder explicarlos de manera general, como se

puede observar en la Figura 11. En general, estos dos cursos encabezan la lista de resultados de este apartado de la encuesta.

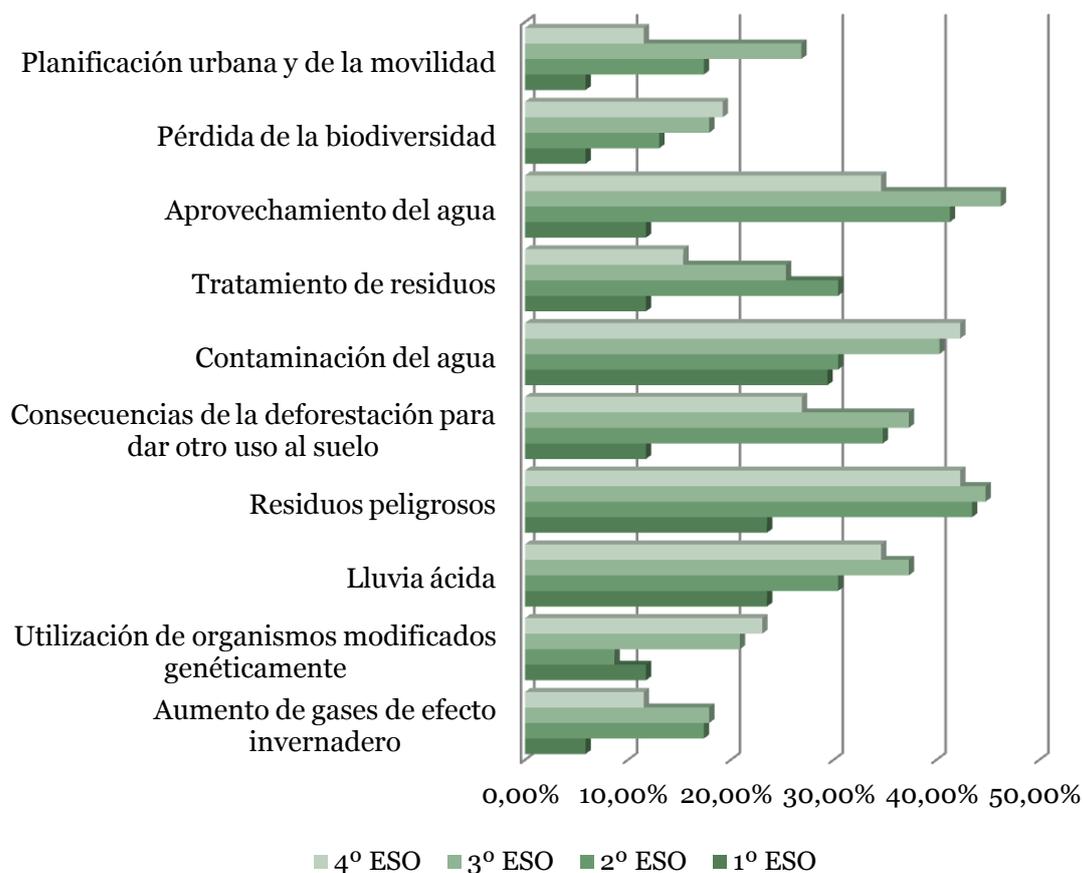


Figura 11: Resultado de los diferentes cursos de la ESO ante la respuesta “Sé algo sobre este tema y podría explicarlo a grandes rasgos” a la hora de evaluar el conocimiento sobre diferentes problemáticas ambientales.

Fuente datos: Encuesta.

Nota: Datos en tanto por ciento.

- *Fuentes de información sobre los temas ambientales del apartado precedente*

Este apartado está relacionado con el anterior y tiene como finalidad conocer el medio por el que los alumnos han tenido conocimiento sobre las problemáticas ambientales planteadas. Los ítems han sido adaptados del estudio Oliver, et al (2005, pág. 219), y el Ecobarómetro (Gobierno Vasco, 2009, pág. 58).

Tal y como se puede observar en la Figura 12, los alumnos conocen los temas medioambientales principalmente por lo que han aprendido en el colegio, con una media de alrededor del 50%, dato que corrobora la importancia que tiene la educación ambiental en los centros escolares. Así mismo se observa cómo le siguen los medios de comunicación y la familia rondando valores de un 30% y un 15% respectivamente. Por último cabe destacar el bajo porcentaje que se da entre los amigos, con valores medios de un 2-3%

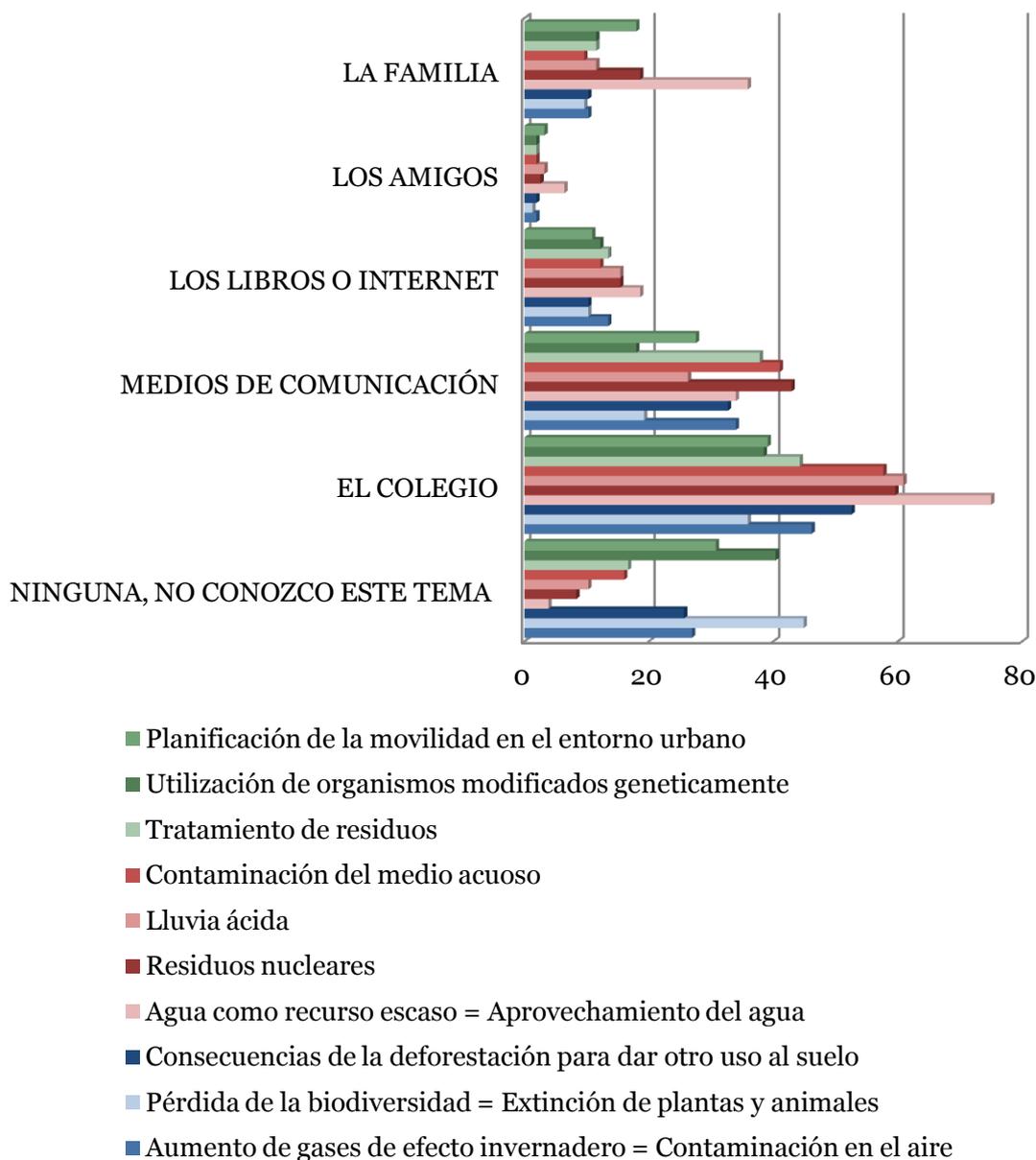


Figura 12: Resultado en torno a las fuentes de información de los alumnos ante las temáticas ambientales.

Fuente datos: Encuesta

Nota: Datos en tanto por ciento

- *Opinión sobre la relación entre el crecimiento económico y la preservación del medioambiente*

La última parte de este primer apartado estudia la percepción que los alumnos tienen sobre la relación entre medioambiente, ciencia y tecnología por un lado, y crecimiento económico y preservación del entorno por otro. Ambos apartados han sido adaptados del Estudio Oliver, et al Oliver, et al (2005, pág. 223)

En general fue un apartado que muchos alumnos no comprendieron, y sobre todo los más pequeños no entendían la diferencia entre las opciones dadas.

Un 77% de los alumnos cree que *Es preciso proteger el medio ambiente al mismo tiempo que se garantiza el crecimiento económico*, lo que demuestra una alta preocupación en dicho asunto. Destaca también el hecho de que dicho porcentaje es bastante más elevado que la media tanto de España (60%), E-3 (65%) y de Euskadi (57%), como se puede observar en la Figura 13.

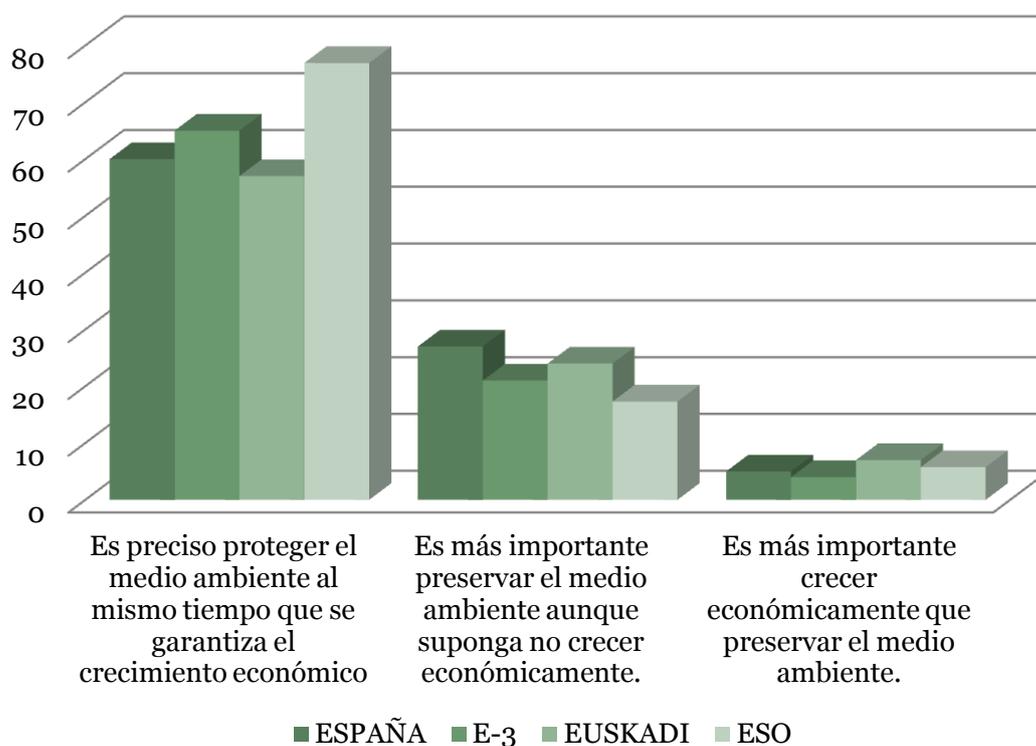


Figura 13: Percepción de los estudiantes sobre la relación entre el crecimiento económico y la protección del medio ambiente.

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3.

A su vez sólo un 17% declara que *Es más importante preservar el medio ambiente aunque suponga no crecer económicamente* y únicamente un 6% dice que *Es más importante crecer económicamente que preservar el medio ambiente..*

- *Opinión sobre la relación entre la ciencia, la tecnología y la problemática medioambiental.*

Respecto a la relación entre el medio ambiente, ciencia y tecnología, adaptado de Oliver, et al (2005, pág. 223) el 35% cree que *Los problemas del medio ambiente son causados y solucionados por la ciencia y la tecnología*, un porcentaje algo más bajo que en España (46%), E-3 (44%) y Euskadi (47%), como se puede observar en la Figura 14.

El 30% dice que *Los problemas del medio ambiente serán resueltos por los avances científicos y tecnológicos* un porcentaje ligeramente más alto que en el resto donde los valores rondan el 18%.

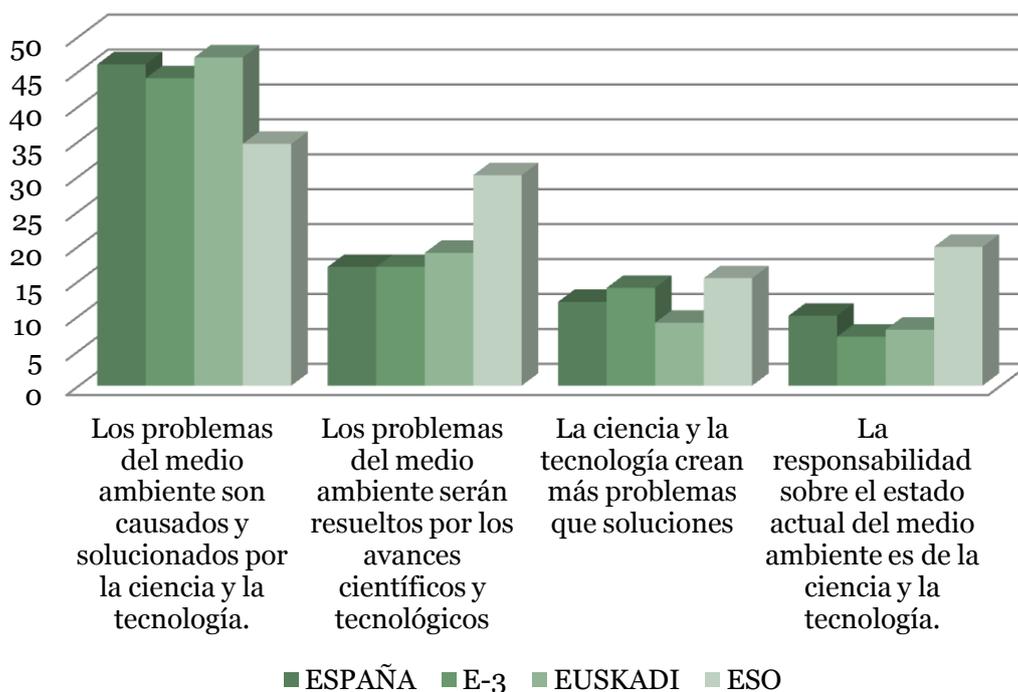


Figura 14: Percepción de los estudiantes sobre la relación entre medio ambiente, ciencia y tecnología.

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3.

La afirmación de que *La ciencia y la tecnología crean más problemas que soluciones* lo cree un 15% mientras que un 20% opina que *La responsabilidad sobre el estado actual del medio ambiente es de la ciencia y la tecnología*.

### 3.3.1.2. Sentido de la responsabilidad ante la sostenibilidad del medio ambiente

Este apartado está compuesto por las dos preguntas que se exponen a continuación.

- *Grado de preocupación acerca del estado del medio ambiente en diferentes entornos, como la ciudad, la comunidad autónoma, el país y el mundo.*

La primera pregunta está enfocada a conocer el grado de preocupación que presentan los alumnos encuestados sobre el medio ambiente en diferentes entornos, desde su ciudad o pueblo, pasando por su región y país, hasta llegar a nivel mundial. Esta pregunta ha sido igualmente adaptada del Estudio Oliver, et al Oliver, et al (2005, pág. 219)

A simple vista en la Figura 15 se puede observar cómo la preocupación por el medio ambiente en los distintos entornos, es bastante mayor en los alumnos encuestados con respecto a alumnos de otros lugares

Cabe destacar el alto porcentaje que dice estar preocupado o muy preocupado por el medio ambiente *en el mundo*, concretamente un 88% del alumnado encuestado. Este alto porcentaje contrasta, sin embargo, con el grado de preocupación por el medio ambiente de *la misma región o pueblo* con un 42%. A pesar de ello, éste duplica a los datos obtenidos a nivel español, en este mismo entorno, y cuadriplica a los países E-3.

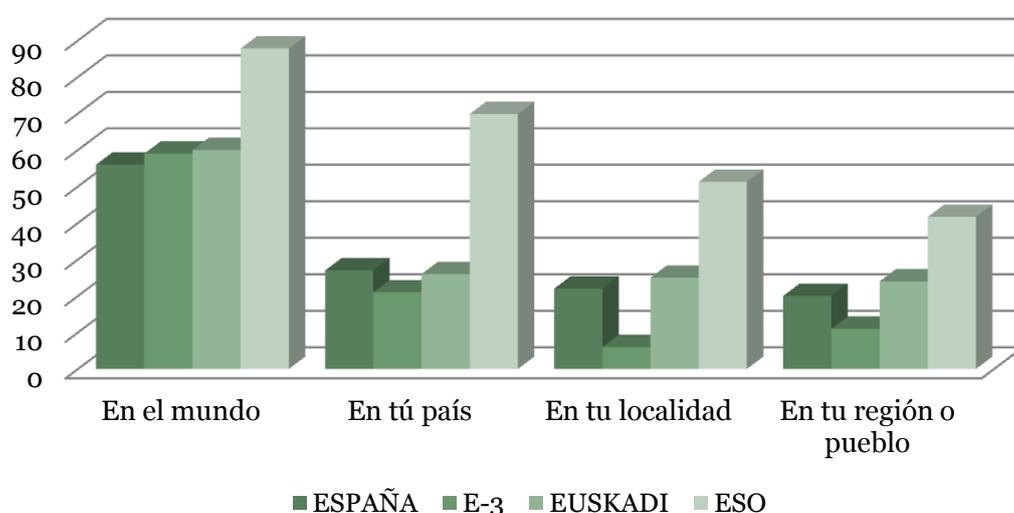


Figura 15: Grado de preocupación del los alumnos sobre el medio ambiente en relación a distintos entornos.

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3.

Se puede concluir, por tanto, que el grado de preocupación por el medio ambiente de los alumnos del centro encuestado es muy elevado.

- *Percepción de la importancia de los diferentes problemas ambientales para el sujeto y su entorno.*

En este apartado se ha estudiado la inquietud de los alumnos por diferentes problemas ambientales, para posteriormente compararla, tal y como se muestra en la Tabla 8 con los resultados del Estudio Oliver, et al Oliver, et al (2005, págs. 219-220). Estudio del que se han adaptado los ítems.

Para realizar la comparativa, se ha tomado en cuenta únicamente los datos referentes al mayor grado de inquietud de los alumnos, es decir la columna *“Es una preocupación importante para mí y para otras personas”*.

La preocupación en los alumnos encuestados es significativamente mayor respecto a los otros grupos. El problema ambiental que denota mayor preocupación es la *Contaminación del Aire* (79%), seguido por el *Despilfarro de la energía* (76%) y la *Calidad del agua potable*, junto con la *Extinción de plantas y animales* con una puntuación del 74% ambos.

Los datos contrastan con el resto de grupos analizados, donde al contrario que en las encuestas, las mayores preocupaciones son la *Contaminación de superficies acuosas* y los *Incendios Forestales*

Tabla 8: Inquietud medioambiental de los alumnos.

	ESO	CAPV	ESP.	E-3
Contaminación del aire = Contaminación ambiental	79	54	48	46
Despilfarro de la energía	76	19	25	28
Calidad del agua potable	74	32	33	33
Extinción de plantas y animales = Poco interés en la conservación de la naturaleza y las especies	74	46	43	34
Residuos Urbanos	65	30	26	31
Incendios forestales	62	55	55	34
Contaminación acústica = Ruido	56	14	15	8
Contaminación de superficies acuosas = ríos, lagos, embalses, mares	56	59	52	41
Uso de pesticidas y productos químicos en la agricultura	42	31	25	20

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3.

Estos datos contrastan con el primer apartado de la encuesta, ya que los problemas que más les preocupan son aquellos que han determinado conocer menos, como la *pérdida de la biodiversidad* y el *aumento de gases de efecto invernadero*.

Sin embargo, en el EcoBarómetro de 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 85), los datos del País Vasco son muy similares a los obtenidos en la encuesta, tal y como se puede observar en la Figura 16. El único ítem con una cierta diferencia respecto a la *preocupación para ellos y para otras personas* es el *Despilfarro de la energía*. El 76,3% de los alumnos encuestados frente a un 69% en la CAPV y un 52% en la OCDE.

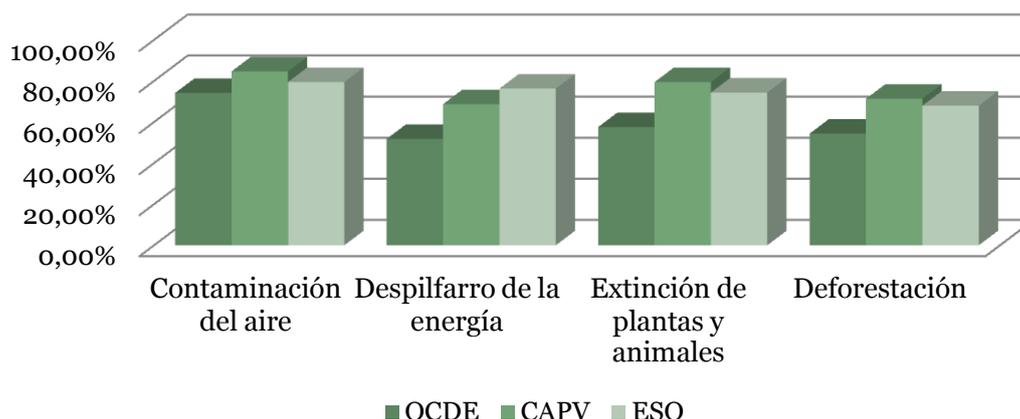


Figura 16: Preocupación medioambiental en la categoría “Es una preocupación importante para mí y para otras personas”.

Fuente datos: Encuesta y Ecobarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco y OCDE

Del mismo modo, con los datos obtenidos en el Ecobarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 85), en la Figura 17 se puede observar cómo en la OCDE es mucho mayor el porcentaje de aquellos que piensan que los problemas son importantes *sólo para personas de otros países*, hecho que da qué pensar. ¿Es España uno de aquellos países que la OCDE pone en punto de mira por tener problemas en el Despilfarro de la Energía o la Escasez del agua, o los resultados son fruto de una escasa concienciación, en la que en torno a un 18% piensa que a nivel local cada uno lo hace bien y el problema es de los demás?

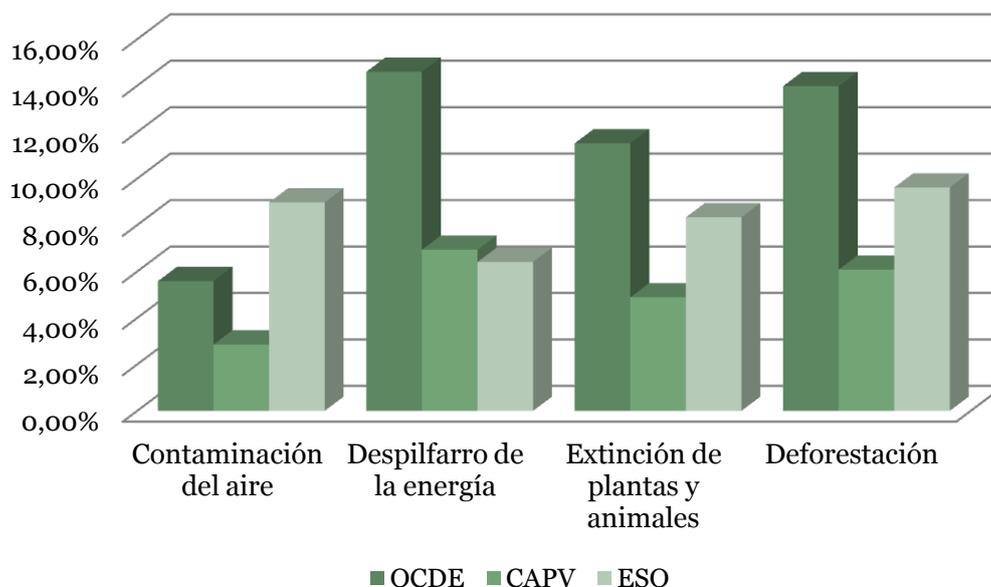


Figura 17: Preocupación medioambiental en la categoría “Es una preocupación importante sólo para personas de otros países”.

Fuente datos: Encuesta y Ecobarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco y OCDE

### 3.3.1.3. Consciencia del efecto de las acciones de cada individuo en el medio ambiente

En este apartado, con ítems obtenidos del adaptada del Estudio Oliver, et al Oliver, et al (2005, pág. 216) y el Ecobarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 56), se analiza la apreciación que tienen los alumnos sobre cómo afectan las acciones individuales en el medio ambiente. Para obtener el resultado se han tomado en cuenta únicamente las puntuaciones en las que el alumno afirma estar *De acuerdo* o *Totalmente de acuerdo* sobre las afirmaciones indicadas, tal y como se describe en la Figura 18.

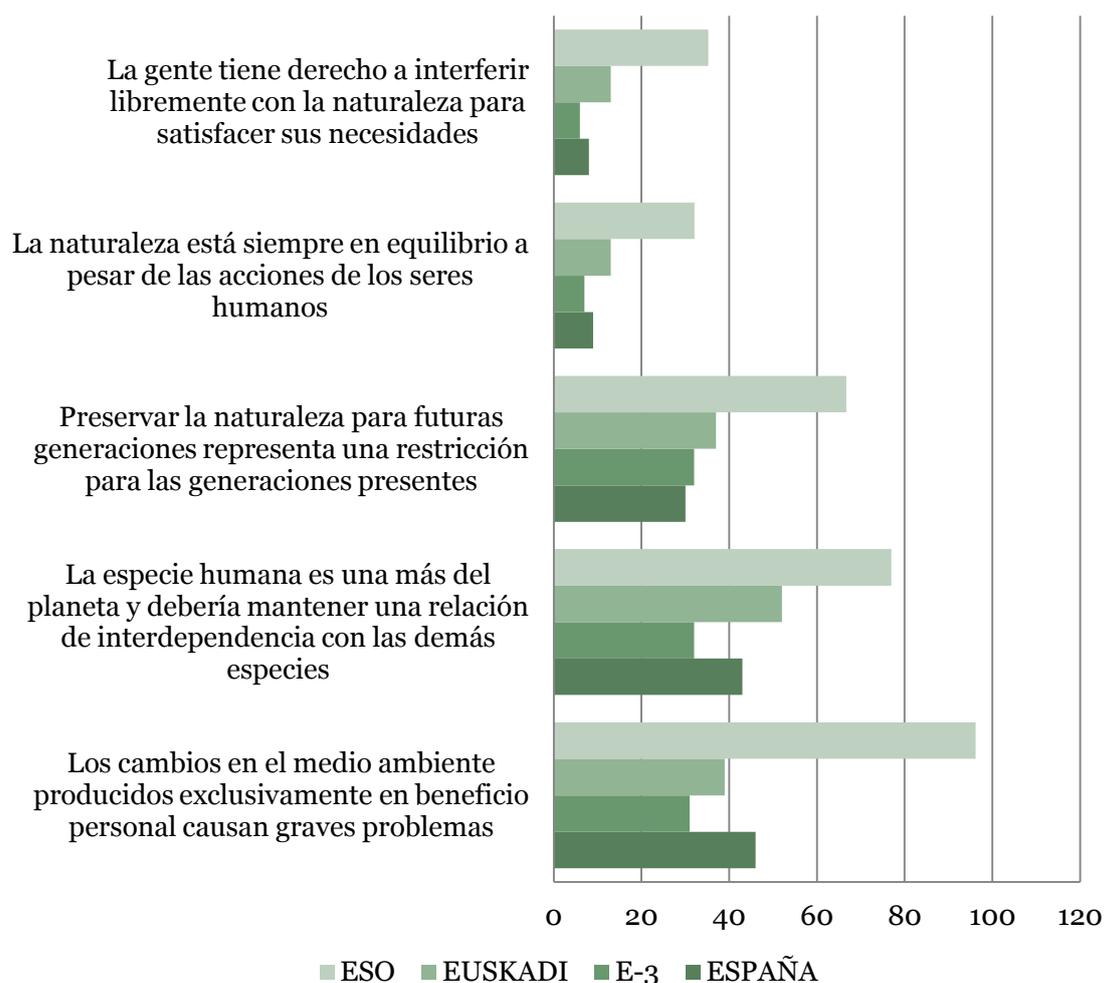


Figura 18: Percepción de los alumnos en torno a la relación entre la acción humana y la protección del medio ambiente.

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3.

Un 96% de los alumnos están de acuerdo o totalmente de acuerdo con que *Los cambios en el medio ambiente producidos exclusivamente en beneficio personal causan graves problemas*, un porcentaje muy elevado si se compara con los resultados obtenidos en España, E-3 y Euskadi (46, 31 y 39%)

Los siguientes dos ítems prestaron a confusión ya que los alumnos no entendían bien el significado de interdependencia y restricción. Aun y todo, un 77% considera que *La especie humana es una más del planeta y debería mantener una relación de interdependencia con las demás especies* y un 67% dice que *Preservar la naturaleza para futuras generaciones representa una restricción para las generaciones presentes*.

En las dos siguientes afirmaciones llama la atención el alto número de alumnos que afirman que *La naturaleza está siempre en equilibrio a pesar de las acciones de los seres humanos* (32%) y que *La gente tiene derecho a interferir libremente con la naturaleza para satisfacer sus necesidades* Oliver, et al (2005) (35%), porcentajes significativamente superiores a los obtenidos en los otros ámbitos.

Los siguientes ítems del cuestionario están relacionados con las diferentes posturas que toman los seres humanos en torno a los problemas ambientales. Los resultados se comparan con los datos del EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009) tomando la respuesta “Totalmente de acuerdo” con el valor 4 y “Totalmente en desacuerdo” con el valor 1.

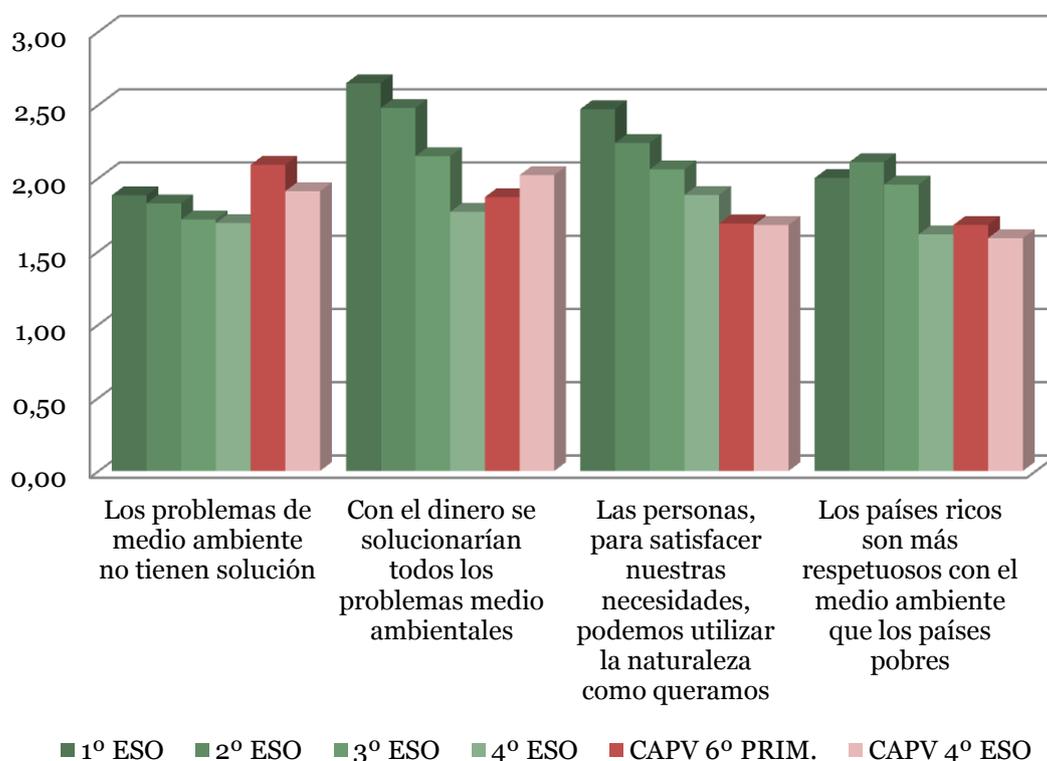


Figura 19: Percepción de los alumnos sobre las posturas del ser humano ante los problemas ambientales.

Fuente datos: Encuesta y EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Escala 1-4 Comparativa alumnos encuestados con País Vasco.

La media de los alumnos, tal y como se puede observar en la Figura 19, se opone a la afirmación de que *Los problemas de medioambiente no tienen solución* (1,78) y que *Los países ricos son más respetuosos con el medio ambiente que los países pobres* (1,92). Sin embargo, están de acuerdo con las afirmaciones de que *Con el dinero se solucionarían todos los problemas medio ambientales* (2,26) y el hecho de que *Las personas, para satisfacer nuestras necesidades, podemos utilizar la naturaleza como queramos* (2,16).

Se puede observar una clara evolución en las respuestas a medida que los alumnos son más mayores. A pesar de ello, teniendo en cuenta los resultados del Ecobarómetro, los alumnos de las etapas inferiores están más de acuerdo con las cuestiones planteadas, ya sea porque son menos críticos o la sensibilización es menor.

#### 3.3.1.4. Disposición de los alumnos a actuar de manera sostenible.

Este apartado está compuesto por las dos cuestiones que se exponen a continuación.

- *Acciones hacia la sostenibilidad*

En este apartado se analizan las acciones que han llevado a cabo los alumnos a favor del medio ambiente. Para ello, se ha considerado únicamente la opción “Ya lo he hecho” de diferentes ítems adaptados del Estudio Oliver, et al Oliver, et al (2005, pág. 225).

Las acciones más realizadas son *Apagar la luz al salir el último* (82%), *Separar los residuos* (71%) y *Evitar el coche para trayectos cortos* (68%). Por el contrario las actividades que menos porcentajes obtienen son las de *Participar en actividades que mejoren el medio ambiente (limpiar playas, etc.)* con un 10% y *Usar detergentes biodegradables* con un 22%

Tal y como se puede observar en la Tabla 9, destaca que para la gran parte de las acciones, los alumnos consultados están por encima de los valores de España, E-3 y Euskadi. Las diferencias más significativas corresponden a los ítems *Apagar la luz al salir el último* y *Utilizar bombillas de bajo consumo*, 67-68% frente a España, como siguiente valor más alto con un 40-41%.

Por otro lado, resalta que, tanto en España como en E-3 y Euskadi, las actividades que más se llevan a cabo son aquellas que, a excepción de separar los residuos para reciclar, pasan a segundo plano, sobre todo el *Usar papel reciclado* (33%) y *Usar menos agua* (47%).

Tabla 9: Acciones realizadas por los encuestados en favor del medio ambiente

	ESO	EUSKADI	ESPAÑA	E-3
Apagar la luz al salir el último	82	48	43	29
Separar cristal, papel, envases, orgánico y pilas para reciclar	71	63	55	44
Evitar el coche para trayectos cortos	68	24	26	40
Utilizar bombillas de bajo consumo	67	27	41	34
Usar menos agua	47	55	55	32
Usar papel reciclado	33	49	52	31
Escoger productos con envoltorios reciclables	30	27	29	34
Comer alimentos orgánicos o no modificados genéticamente	30	17	23	30
Utilizar energías alternativas	27	6	12	11
Usar detergentes biodegradables	22	11	14	18
Participar en actividades que mejoren el medio ambiente (limpiar playas, etc.)	10	14	15	9

Fuente datos: Encuesta y estudio de Oliver, et al (2005)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa alumnos encuestados con País Vasco, España y países E-3.

El resultado del ítem sobre *Usar menos agua* contrasta con las cuestiones analizadas anteriormente dónde el aprovechamiento del agua se situaba como la problemática más conocida, y una de las inquietudes más graves en opinión de los alumnos. Sin embargo, el hecho de no usar papel reciclado se puede justificar, ya que en el centro no se ha tomado esta medida.

- *Percepción sobre diferentes medidas para paliar las problemáticas ambientales*

La percepción ha sido analizada a partir de ítems extraídos del EcoBarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 88). Según se observa en la Figura 20, los resultados son bastante parecidos con los obtenidos en la OCDE y CAPV. Quizá cabe destacar que hay una ligera diferencia en los alumnos que están totalmente de acuerdo, puntuado con 4 en la escala de 1 al 4, en *Es importante realizar controles periódicos de los gases de escape de los automóviles para autorizar su circulación* y en *Me molesta que se malgaste energía cuando se hace un uso innecesario de los aparatos eléctricos* con porcentajes del 51 y 40% frente a los 41 y 26% en la OCDE y a los 39 y 32% en la CAPV.

Se aprecia que la política de desarrollo sostenible con la que se está totalmente de acuerdo es *Estoy a favor de que existan leyes que protejan los hábitats de las especies en peligro de extinción* con un 66% de los encuestados, por delante de *Es importante realizar controles periódicos de los gases de escape de los automóviles para autorizar su circulación* y *Se debería obligar a que demuestren que eliminan, con total seguridad, los residuos peligrosos* con valores que rondan el 50%.

Por el contrario, respecto a los alumnos que están en desacuerdo, con puntuación de 1, destacan las políticas de *Estoy a favor de que haya leyes que regulen las emisiones de las fábricas aunque ello conlleve un aumento del precio de los productos* y *Para reducir la cantidad de residuos, debería minimizarse la utilización de envases plásticos*. Datos que no sorprenden ya que quizás sean los más cercanos a la realidad de su día a día.

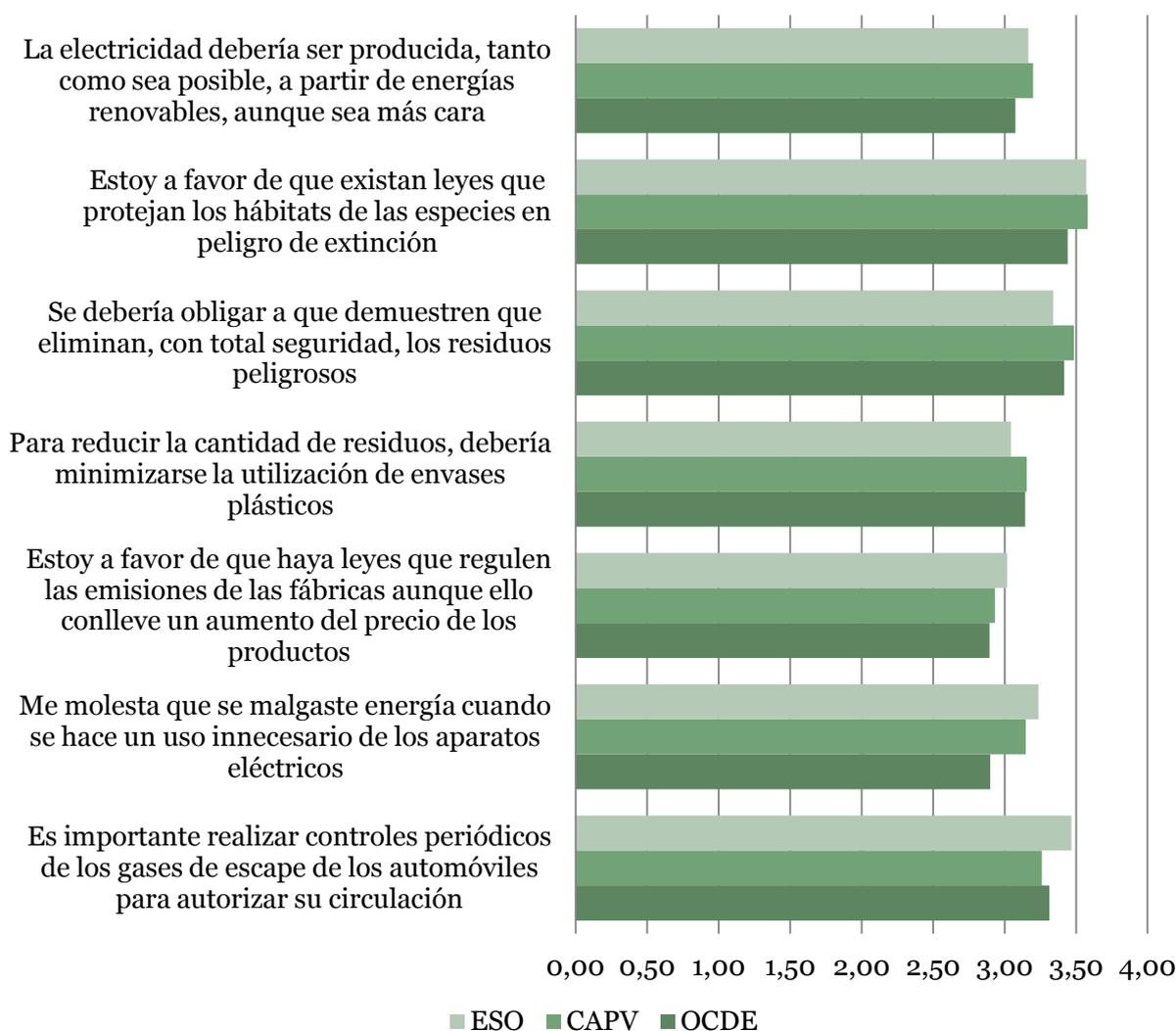


Figura 20 Grado de acuerdo con diferentes políticas de desarrollo sostenible.  
Fuente datos: Encuesta y Ecobarómetro (Gobierno Vasco, 2009)  
Nota: Escala 1-4 Comparativa alumnos encuestados con País Vasco y OCDE.

### 3.3.2. Grado de implicación de los profesores en materia de desarrollo sostenible.

El guión de la entrevista adjunta en el Anexo 2, sirve de estructura para la exposición que se realiza a continuación sobre el análisis de la información obtenida en las entrevistas llevadas a cabo.

El centro a estudio se encuentra en su primer año con el Programa A21E, es decir, se considera un centro con programa no consolidado, ya que no han transcurrido los 3 años que marcan la distinción (Departamento de Educación, Universidad e Investigación del Gobierno Vasco, 2009, pág. 51). No obstante, para el estudio de los datos obtenidos en la entrevista, se ha comparado tanto con los datos de centros con Programa Consolidado en Educación Sostenible (pcES), como los que no cuentan con ello (npcES) para, de este modo, sacar conclusiones, y comprobar si la consolidación ejerce algún cambio en los resultados.

#### 3.3.2.1. Conocimiento, comprensión y grado de acuerdo del concepto de desarrollo sostenible

Se comienza la entrevista preguntando qué saben sobre el concepto de desarrollo sostenible, para a continuación, darles la definición y preguntarles por su grado de comprensión acerca de su significado así como cuán de acuerdo están con el mismo. La estructura ha sido obtenida del EcoBarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 63) Todos los valores se miden en una escala de 1 a 4 donde el uno corresponde con nada y el 4 todo. La Figura 21 muestra los resultados.

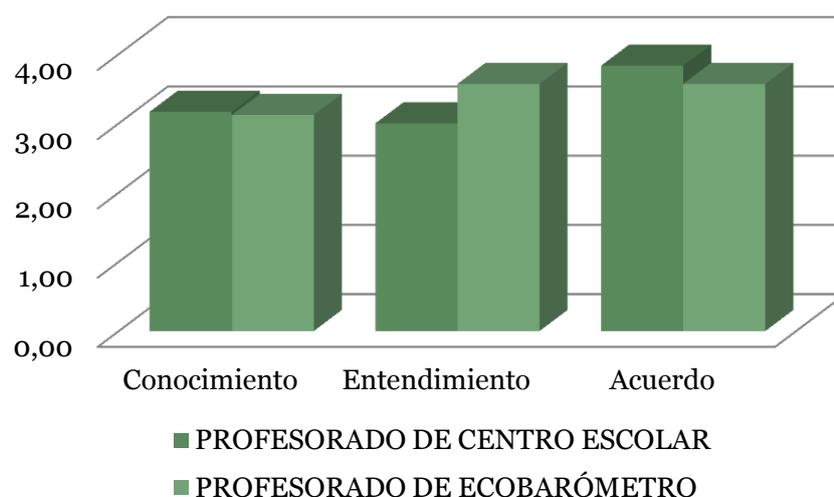


Figura 21: Conocimiento, comprensión y aceptación del Desarrollo Sostenible. Escala 1-4

Fuente datos: Encuesta y EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Escala 1-4 Comparativa profesorado encuestado con datos EcoBarómetro.

A excepción de una profesora, todas han sabido definir el desarrollo sostenible con sus propias palabras, a pesar de que en la encuesta, excepto las dos profesoras de biología y química, no se sintieran completamente seguras con lo que habían dicho. Respecto al entendimiento, se puede percibir una ligera diferencia entre el profesorado del centro (3,00) y el encuestado en el Ecobarómetro (3,57). Dato que contrasta ya que, la valoración muestra un entendimiento no pleno, a pesar de que el grado en el que están de acuerdo es muy alto.

### 3.3.2.2. El centro escolar y la sostenibilidad

A continuación se pregunta sobre su opinión acerca de cómo se están haciendo las cosas respecto a la educación sostenible en el centro, tal y como se hace en el Ecobarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 64). En la Tabla 10 se puede observar cómo las profesoras coinciden que la escuela debe ser un lugar donde se debe trabajar la sostenibilidad, y además comparado con los datos en el Ecobarómetro, se ve una clara sensibilización hacia este tipo de educación, superando incluso la opinión de los centros con programas consolidados.

Tabla 10: Opinión sobre la actuación del centro respecto la sostenibilidad. Escala 1-4

	PROFESORADO DE ECOBARÓMETRO		PROFESORADO DE CENTRO ESCOLAR
La escuela debe trabajar la sostenibilidad	3,47		3,67
	pcES	npcES	
	3,48	3,45	
El centro no hace lo suficiente en sostenibilidad	2,34		2,67
	pcES	npcES	
	2,28	2,41	

Fuente datos: Encuesta y Ecobarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Escala 1-4 Comparativa profesorado encuestado con Ecobarómetro.

Ahora bien, a la hora de contestar sobre si el centro hace lo suficiente respecto a la sostenibilidad las opiniones fueron muy diversas, mientras que algunas profesoras estaban totalmente de acuerdo con la cuestión, ya que ven que todavía faltan muchas realidades por cambiar en el centro, otras aludían al hecho de que el centro está en pleno cambio y la gran mejora que se ha visto en los últimos años es síntoma del buen camino.

Cabe destacar que la profesora de educación primaria es aquella que mejor ha valorado los cambios, hecho que concuerda con el plan de acción llevado a cabo durante este año, ya que la mayor parte de las actividades se han desarrollado en dicho ciclo. Es reseñable el hecho de que los niños de 3º y 4º de primaria propusieran bajo su propia

iniciativa actividades en torno al reciclaje en el Proyecto Design for Change (Design For Change, 2009).

### 3.3.2.3. Prioridad de la educación para la sostenibilidad en el centro escolar

En este apartado las profesoras han valorado 6 afirmaciones, obtenidas del EcoBarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 65), en torno a la integración del desarrollo sostenible en el centro. En general, como se puede observar en la Figura 22, el profesorado coincide al decir que la *Educación Sostenible puede dar buenos resultados* y que *es necesaria una implicación de los centros escolares en esta materia*, muy por encima de los resultados obtenidos en el EcoBarómetro, por lo que demuestra que existe un alto grado de optimismo con los beneficios de la Educación en Sostenibilidad.

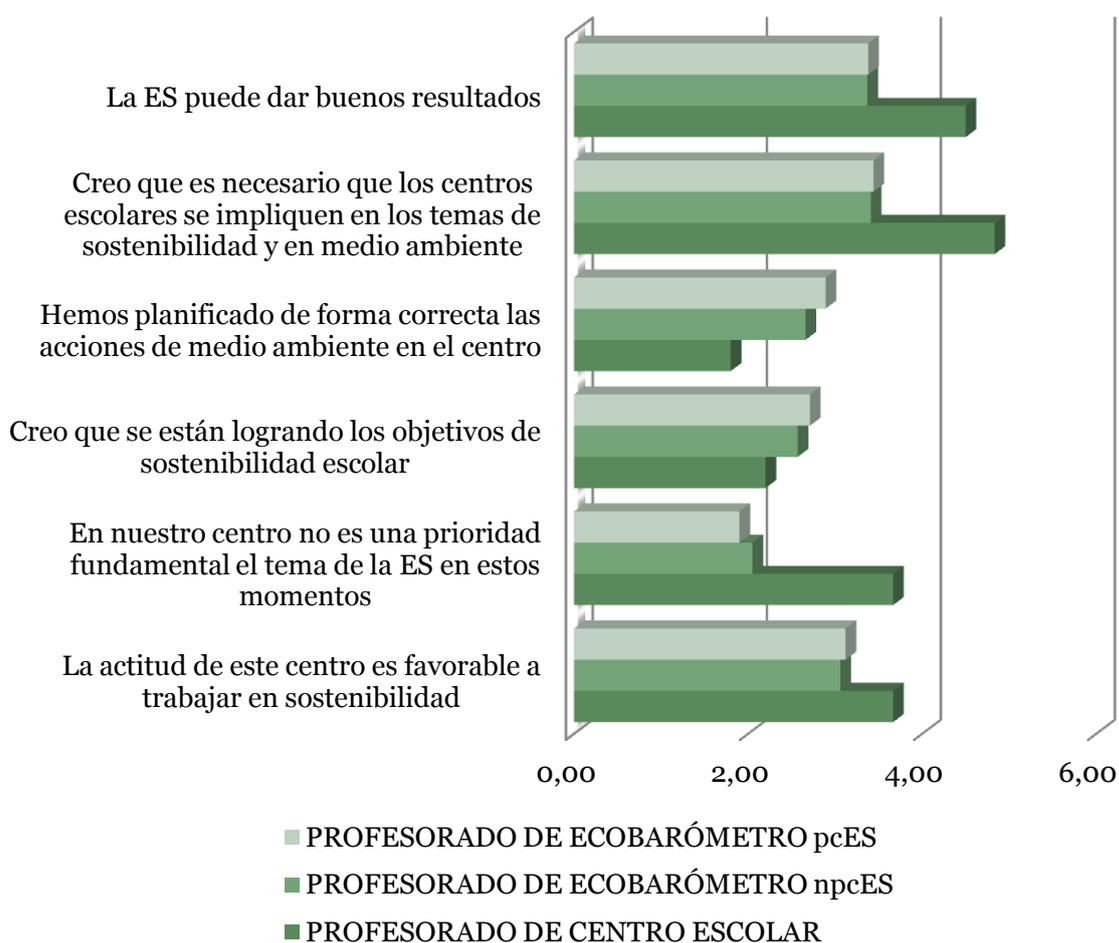


Figura 22: Prioridad de la educación para la sostenibilidad en el centro.

Fuente datos: Encuesta y EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Escala 1-5 Comparativa profesorado encuestado con EcoBarómetro.

Por el contrario, los resultados obtenidos en la planificación de las acciones y el cumplimiento de los objetivos es considerablemente inferior que la media del EcoBarómetro. El principal problema percibido ante estos dos puntos es la falta de

información sobre cuáles son las medidas que se están llevando a cabo, así como los objetivos que persigue el centro. Por lo tanto las respuestas están más enfocadas hacia una percepción general de lo que debería ser la planificación o los objetivos. Esta diferencia está presente en el EcoBarómetro al comparar los resultados de aquellos centros con programas consolidados, con los que no los tienen. La consolidación, por tanto, en este caso presenta un factor decisivo.

A pesar de que todas han otorgado una nota alta a *la actitud del centro por trabajar en materia de sostenibilidad*, los datos muestran que la prioridad del centro ahora mismo no es este tema. Siendo el resultado que más ha diferido con los datos del EcoBarómetro y teniendo en cuenta que la puntuación a penas presenta variación entre ellas, se puede afirmar que la educación para el desarrollo sostenible no es una prioridad del Centro ahora mismo.

Ante esta respuesta se les preguntó por la que consideraban la prioridad actual del centro. Las respuestas fueron desde la calidad hasta todo aquello que demandan los padres actualmente, como puede ser el trilingüismo. Ante esto se habla de la necesidad de educar igualmente a los padres.

#### 3.3.2.4. Participación en acciones de preservación del medio ambiente

El siguiente apartado trata del grado de participación del profesorado en diferentes actividades relacionadas con la preservación del medio ambiente, tal y como se realiza en el EcoBarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 67).

En los resultados expuestos en la Tabla 11, se puede observar que se llega un aprobado justo y es debido a que, aparte de reciclar, en general no han participado en ninguna actividad del centro. La profesora de primaria, por el contrario indicó varias actividades entre las que cabe destacar una recogida de basura en la playa.

Tabla 11: Participación del profesorado en actividades de preservación del medio ambiente.

	PROFESORADO DE ECOBARÓMETRO		PROFESORADO DE CENTRO ESCOLAR
Participo en las actividades relacionadas con la preservación del medio ambiente organizadas en la escuela, barrio y comunidad	2,81		2,00
	pcES	npcES	
	2,98	2,64	

Fuente datos: Encuesta y EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Escala 1-4 Comparativa profesorado encuestado con EcoBarómetro.

### 3.3.2.5. Propuestas de mejora de la educación sostenible

En este apartado, con ítems obtenidos del EcoBarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 69), se valora la idoneidad de las acciones que se podrían hacer para mejorar la educación para la sostenibilidad.

En general, tal y como se puede observar en la Figura 23, los resultados del profesorado del centro son aproximadamente un punto más altos, que los presentados por el EcoBarómetro, en todos los ítems de este apartado del cuestionario. Por lo tanto, todas y cada una de las propuestas indicadas, se consideran válidas por el profesorado.

Las propuestas con más apoyo en el centro, todas ellas con una puntuación de 4,67 sobre 5, son: *mejorar la comprensión del alumnado sobre esta temática* y *el aumento del apoyo que reciben los centros en estos temas*, así como la *dotación de materiales didácticos en estas materias*. Contrasta esta última propuesta con los datos del EcoBarómetro, donde su valoración se sitúa en la media.

Por el contrario los ítems con menor puntuación o menor importancia para la mejora son: *la disminución de las demandas de los nuevos planes* y *la mejora de las condiciones ambientales*.

Para poder ampliar la opinión sobre este ámbito se pide indicar propuestas que consideren importantes. Las propuestas que emiten son en general cercanas, y que se pueden realizar en el día a día del centro. A continuación enumero algunas de ellas:

- Crear un grupo de trabajo en cada etapa educativa que esté liberado unas determinadas horas a la semana para organizar actividades y crear programaciones, por un lado, y que busque la manera de evaluarlo por otro.
- Aprovechar los recursos naturales cercanos al centro: mar y montaña para realizar actividades.
- Trabajar por proyectos la sostenibilidad en el centro, a modo de taller. Marcar unos objetivos y revisarlos periódicamente.
- Crear delegados de sostenibilidad en el aula encargados de revisar que las luces y los ordenadores estén apagadas al salir, estén un poco pendientes de la clasificación de residuos en el aula,...
- Realizar una campaña de sensibilización en todo el centro, creando carteles para los baños, basuras, comedor...
- A la hora de crear o buscar problemas matemáticos cercanos a la vida real, relacionarlos con el desarrollo sostenible.
- Trabajarlo en las horas de tutoría.

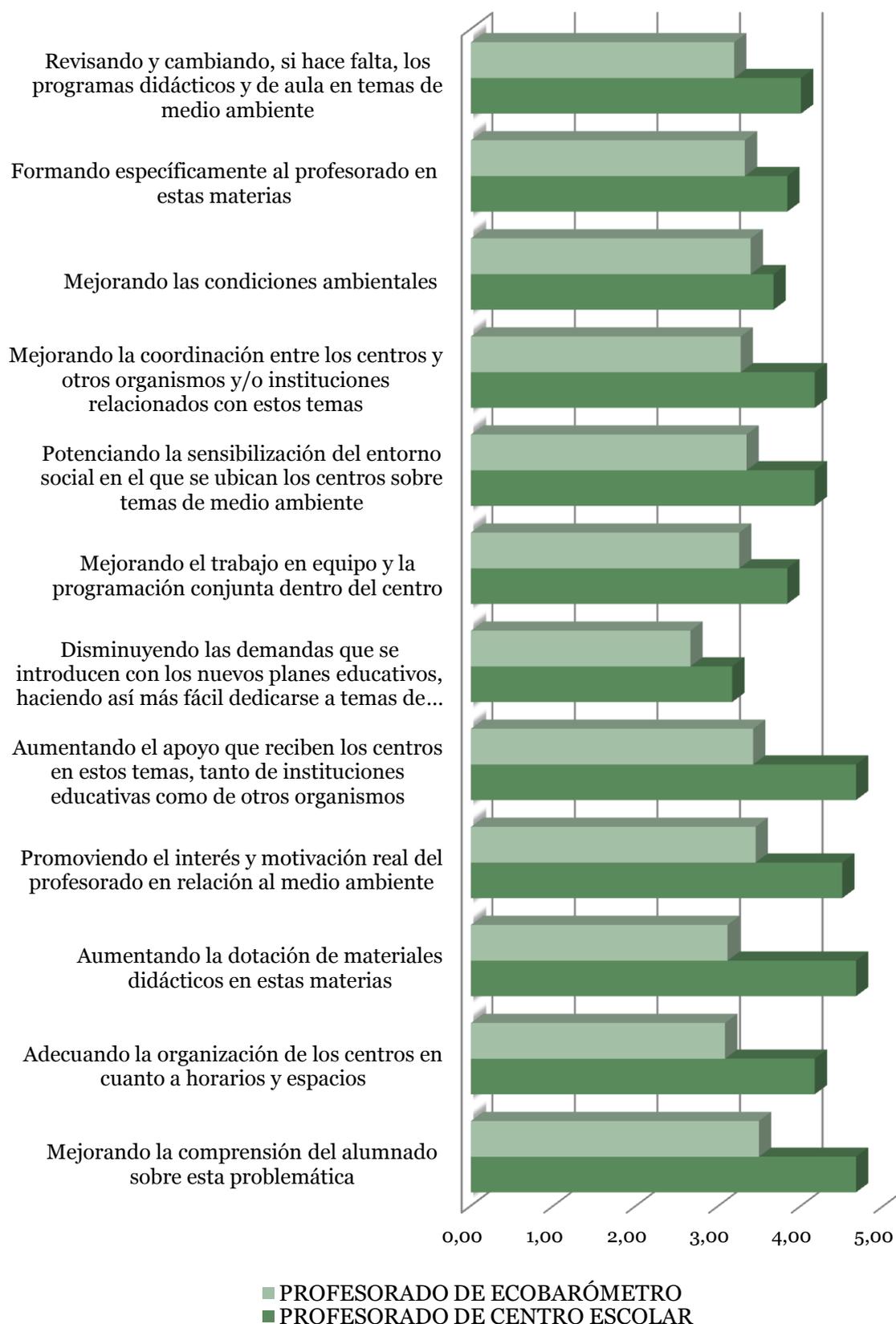


Figura 23: Propuestas de mejora de la educación sostenible.  
 Fuente datos: Encuesta y EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009)  
 Nota: Escala 1-5 Comparativa profesorado encuestado con EcoBarómetro.

### 3.3.2.6. Ámbitos de mejora gracias a la educación para la sostenibilidad, según el profesorado.

Este apartado comienza preguntado sobre el grado en el que favorece la educación sostenible a los tres ámbitos obtenidos del EcoBarómetro 2008 (Gobierno Vasco, 2009, pág. 71), que se pueden observar en la Figura 24 y se analizan a continuación:

- *La innovación educativa* presenta unos resultados muy similares a los del EcoBarómetro, donde se considera que favorece bastante este ámbito.
- *La participación de la comunidad educativa*, en cambio, muestra una notable diferencia. Mientras que el profesorado del EcoBarómetro considera que favorece bastante este aspecto, el profesorado del centro, comenta que la mejora es mucha.
- *La gestión sostenible del entorno escolar*, es la que más diferencia de resultados presenta. Mientras que el EcoBarómetro lo sitúa en la media, el profesorado del centro considera que favorece mucho este asunto.

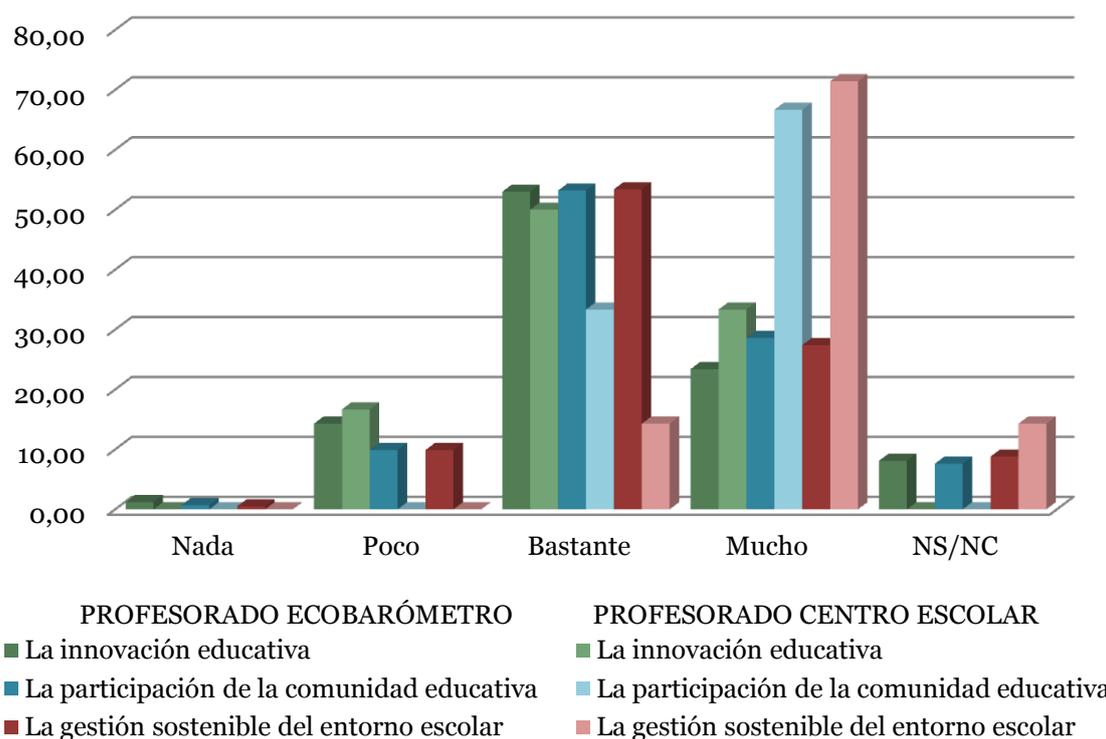


Figura 24: Grado en el que favorece la ES, la innovación, la participación de la comunidad educativa y la gestión sostenible del entorno escolar.

Fuente datos: Encuesta y EcoBarómetro (Gobierno Vasco, 2009)

Nota: Datos en tanto por ciento. Comparativa profesorado encuestado con EcoBarómetro.

El comentario general a raíz de este apartado es que la educación sostenible es muy importante no sólo para los alumnos, sino para los profesores y los padres, ya que son los primeros que se deberían implicar para poder dar ejemplo y transmitir esos valores.

Para finalizar se les pregunta abiertamente sobre *qué inconvenientes consideran que podrían surgir hacia la educación en sostenibilidad*.

El principal inconveniente planteado es la falta de recursos, ya sean económicos, didácticos, o de personal para llevar a cabo nuevas iniciativas, sin olvidar por otro lado la característica general de los centros escolares, es decir la falta de tiempo.

Otro de los inconvenientes más nombrados es la falta de disposición por parte del profesorado ante este tipo de educación.

## 4. Propuesta práctica

Tras el análisis teórico realizado, y los resultados obtenidos en los dos estudios de campo llevados a cabo, en este apartado se desarrolla una propuesta didáctica en torno al desarrollo sostenible, en la asignatura de matemáticas.

### 4.1. Justificación

Cabe destacar los siguientes ítems del análisis llevado a cabo.

El modelo de vida actual no es sostenible. La educación para el desarrollo sostenible es, por tanto, necesaria para formar ciudadanos comprometidos con las problemáticas mediambientales.

La Agenda 21 Escolar establece un marco de relación entre los conocimientos y la practicidad, mediante la participación, gestión e innovación en el ámbito local.

Las matemáticas están presentes en la toma de decisiones sobre las problemáticas ambientales, ya que ayudan a reflexionar, entender los fenómenos, modelizarlos y aproximarse a sus causas y efectos.

La ambientalización requiere de una interdisciplinaridad, es decir, una visión global que permita el contacto entre distintas disciplinas y la colaboración entre asignaturas.

Un aprendizaje significativo de las matemáticas precisa relacionar los conceptos con situaciones reales.

La resolución de problemas con enunciados relacionados con el medio ambiente otorga practicidad a las matemáticas, a la vez que propicia la concienciación del educando.

Tratar la educación para la sostenibilidad de manera transversal requiere lograr la formación integral del educando, buscando el porqué de cada aprendizaje.

Tomar cada tema del currículo matemático y reorientarlo hacia una óptica ambiental permite crear actividades para estudiar, evaluar y proponer solución a la situación social, política y ambiental que provoca la lucha de intereses del mundo desarrollado.

Formular la pregunta conveniente, en torno a textos con datos matemáticos, permite lograr diferentes objetivos y aptitudes en el alumando, como el razonamiento, la predicción o el estudio de caso límite.

Figura 25: Ítems destacados del análisis teórico.

A partir de todo lo anterior, como propuesta práctica se plantea proponer actividades para trabajar el desarrollo sostenible de manera transversal en la asignatura de matemáticas de 4º de la ESO.

El objetivo de introducir el desarrollo sostenible como temática en el aula de matemáticas es potenciar el conocimiento, la concienciación y la responsabilidad ante

las problemáticas actuales, al mismo tiempo que las matemáticas se conviertan en un elemento significativo y útil para los alumnos, de manera que facilite su aprendizaje.

A la hora de elegir las temáticas dentro de cada bloque, se ha tenido en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta realizada al alumnado, donde las temáticas que menos conocen son la pérdida de la biodiversidad, la planificación urbana y la movilidad, los organismos alterados genéticamente, y el aumento de los gases efecto invernadero. Del mismo modo, la contaminación acústica, la contaminación del agua, el uso de pesticidas en agricultura y los incendios forestales son aquellas que menos les preocupan.

## 4.2. Propuesta

---

Introducir el desarrollo sostenible de manera transversal en matemáticas de 4º ESO, supone crear situaciones concretas que se puedan estudiar matemáticamente. Introducir ejercicios o problemas que incluyan referencias a temáticas de desarrollo sostenible, resulta, a primera vista, la estrategia más sencilla de llevar a cabo.

Para ello, se desarrolla una tabla con títulos de actividades, adjunta en el Anexo 3, en la que se relacionan los bloques de contenidos de 4º ESO, establecidos por el Decreto 97/2010, de 30 de marzo, que modifica el Decreto 175/2007, de 16 de octubre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco, con las cinco ámbitos de intervención que se plantean en la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible, para diferentes propuestas de actividades.

Las actividades propuestas en la tabla se describen a continuación para, finalmente, desarrollar una de ellas más detalladamente.

### 4.2.1. Descripción de las Actividades

Este apartado muestra una pequeña introducción de cómo podría desarrollarse cada uno de los títulos propuestos y qué objetivo persiguen.

#### 4.2.1.1. Contaminación acústica, diseño urbano y los logaritmos

Actividad desarrollada en el siguiente apartado.

#### 4.2.1.2. El agua embotellada y las ecuaciones

La publicidad ha puesto de moda consumir agua embotellada, con el pretexto de ser más sana. En consecuencia, su consumo crece año tras año. El artículo “El agua embotellada, el gran negocio” (Nueva Tribuna, 2011), otorga numerosos datos sobre los

consumos de agua, costes de producción, etc. con los que se pueden diseñar enunciados para resolver mediante ecuaciones. Conocer lo que se consume, su verdadero coste y las repercusiones ambientales que conlleva, son la finalidad aparejada a esta actividad.

#### 4.2.1.3. Incendios forestales y las inecuaciones

La problemática de los incendios forestales no se reduce al momento en el que ocurren, existen efectos económicos que repercuten antes, durante y después como se indica en el documento “Los bosques después del fuego” (World Wildlife Found, 2014). En él aparecen numerosos datos sobre el número de incendios, las hectáreas, el presupuesto invertido por el Gobierno en reforestación, etc. Estos datos pueden servir para trabajar las inecuaciones con preguntas del tipo ¿cuánto dinero se puede invertir en reforestación, con un coste de  $a$ €/h, y  $o$  en prevención, con un coste de  $b$ , si el presupuesto general del estado es  $y$ ? El ejercicio permite mostrar la realidad forestal y económica de cada incendio.

#### 4.2.1.4. Crecimiento demográfico y vegetativo mediante porcentajes.

El aumento de la población es un problema que afecta directamente al desarrollo sostenible, ya que a mayor población, más recursos son necesarios. Cada año se actualizan los datos y salen artículos al respecto. Tomando como base dichos artículos o el proyecto Age Friendly Cities (Ayuntamiento de San Sebastián, 2011), se pueden crear problemas para estudiar el aumento de la población o el envejecimiento de la misma a través de los porcentajes, al mismo tiempo que se sensibiliza mediante la simulación de consecuencias con preguntas del tipo: ¿cómo aumenta las necesidades de energía si hay un crecimiento de población del  $x\%$ ?

#### 4.2.1.5. Presupuesto anual ecológico y las progresiones

Teniendo como base el artículo “El planeta entra hoy en números rojos: ya hemos consumido nuestro capital natural para el 2014” (World Wildlife Found, 2014), utilizar los datos para crear enunciados sobre progresiones, como por ejemplo ¿cuántos planetas necesitaremos en 2100 si el gasto ecológico anual aumenta  $x$  al año? El ejercicio persigue introducir el concepto de huella ecológica, junto con el estado límite de recursos del planeta y aplicar el concepto de progresión en problemáticas reales.

#### 4.2.1.6. El volumen del vertedero

En Guipúzcoa la gran parte de la superficie es montañosa, por lo tanto, los vertederos se sitúan en las vaguadas de los montes. Teniendo esto en cuenta, se plantea un dibujo tridimensional en el que se de la pendiente de la vaguada y la razón de pendientes que tiene que tener cada “piso” de residuos, para que los alumnos puedan hallar el volumen

total que admite. La finalidad de la actividad es sensibilizar al conocer el volumen de residuos por año que se genera y obtener la vida útil que tienen.

#### 4.2.1.7. Envases y superficies

¿Cuántos rollos de papel higiénico se gastan en el colegio al día, y al año? Se propone calcular la superficie de un rollo de papel para obtener el número equivalente de folios que se están tirando a la basura. ¿Qué sucedería si se redujera el diámetro del rollo de papel un centímetro? En niveles superiores, aplicar la optimización a este tipo de situaciones completaría la concienciación sobre el despilfarro de envases que se busca con esta actividad.

#### 4.2.1.8. Deforestación y semejanzas

El artículo “Made in China” (Van den Berg, 2011) sirve como introducción al problema de la deforestación que, en este caso, produce el uso de palillos para comer y permite crear actividades de semejanzas de superficies tomando, por ejemplo, mapas de forestas de diferentes puntos geográficos y dibujando el equivalente a la superficie deforestada.

#### 4.2.1.9. La trigonometría y las infraestructuras.

El tren de alta velocidad en el país vasco es un ejemplo de la dualidad desarrollo o preservación del medio ambiente. Introduciendo los impactos ambientales que provoca su construcción, se propone estudiar si su trazado es el óptimo para comunicar de la manera más rápida las tres capitales vascas utilizando la trigonometría.

#### 4.2.1.10. Superficie de agujero de la capa de ozono y geometría analítica

En 2000 el agujero de la capa de ozono alcanzó los 30,31 millones de  $\text{km}^2$ , su superficie máxima, a partir de entonces ha ido disminuyendo. Se plantea, mediante una tabla con los datos de cada año, aproximarse a la ecuación de la evolución del mismo. El objetivo final de la actividad es calcular el año en el que quedaría recuperada utilizando la geometría analítica y comprobar que una medida a tiempo puede suponer mucho beneficio.

#### 4.2.1.11. El séptimo continente y la función exponencial

El séptimo continente es aquel formado por la basura que navega en bloque por los océanos. Partiendo de este hecho se crea una función exponencial que simule el crecimiento de la masa de basura, por ejemplo un 2% al año, y se pide representarla y estudiarla. Para contextualizarlo correctamente, conviene utilizar un texto e apoyo que indique la superficie actual.

#### 4.2.1.12. Biodegradabilidad de los detergentes y tasa de variación.

La legislación dicta que un detergente puede etiquetarse como biodegradable si a los 28 días ha perdido el 90% de su propiedad tensioactiva (Centre de Recerca i Informació en Consum, 2013). Se presentan varias gráficas ficticias donde se relacione el porcentaje de tensioactividad respecto el tiempo de diferentes detergentes y se pide indicar cuáles serían biodegradables, y qué tasa de variación han experimentado en un tiempo determinado.

#### 4.2.1.13. Pesticidas naturales y biodiversidad mediante análisis de datos.

El clip de la BBC “The Maths behind natural pesticides that help Biodiversity” (Gates, 2012) muestra la importancia de las matemáticas para probar la eficacia de una alternativa, mediante hongos, a los pesticidas químicos que afectan a la biodiversidad del planeta. La práctica que se propone es el estudio de un grupo de especies en un hábitat, aplicando el índice de biodiversidad de Menhinick, al igual que se realiza con alumnos de primaria en el proyecto “Cómo disfrutar de las matemáticas valorando la biodiversidad” (Escobero Rodríguez & Castro Pinos, s.f.).

#### 4.2.1.14. Las curvas de la solidaridad

En 2010 un hotel de Copenhague propuso a sus huéspedes pedalear para conseguir una comida gratis, a cambio de producir electricidad. En la vuelta a España, está previsto donar kilogramos de alimentos en función de los kilómetros que corran voluntarios. Tomando estos dos ejemplos se propone crear diferentes gráficas, en las que relacionen los diferentes parámetros y estudien sus características, al mismo tiempo que reflexionen sobre el impacto que podría tener enchufar un generador en un gimnasio.

#### 4.2.1.15. Dependencia funcional entre vacas y gases de efecto invernadero

La ganadería emite más metano a la atmósfera que el parque automovilístico. El artículo “El mismo eructo, con menos metano” (Plitt, 2009) introduce la problemática de los gases de efecto invernadero y con sus datos, se pueden establecer relaciones funcionales para comparar las emisiones de los dos tipos de fuentes.

#### 4.2.1.16. Contaminación atmosférica y estudio estadístico

La página del Eustat (Instituto Vasco de Estadística, 2013) proporciona datos sobre el porcentaje de días con buena calidad del aire al año. Tomando estos datos se puede realizar un estudio estadístico de los mismos. Para una correcta contextualización sería interesante buscar una noticia reciente sobre la temática.

#### 4.2.1.17. Un mundo sin bolsas y la combinatoria

Cada vez son más las iniciativas para evitar el uso innecesario de las bolsas de plástico. Original Unverpackt (Wolf & Glimbovski, 2014) es una tienda en la que todo se vende a granel. Tras la introducción de esta metodología de compra, se propone poner en práctica la combinatoria, para empaquetar los alimentos de diferentes maneras.

#### 4.2.1.18. Alimentos transgénicos y la probabilidad

Un estudio (Doncel & de Benito, 2012) relaciona los riesgos de padecer tumores con la ingesta de maíz transgénico en ratas. Tomando como ejemplo el estudio, se pueden plantear cuestiones como ¿Cuál es la probabilidad de que una rata seleccionada al azar no tenga tumores? A pesar de ser un tema delicado, la finalidad es hacer reflexionar a los alumnos sobre lo que comen y la falta de datos que existen sobre los efectos secundarios a largo plazo.

#### 4.2.1.19. Movilidad y los histogramas

El observatorio de la sostenibilidad de San Sebastián publica anualmente el informe sobre el estado de la ciudad en esta materia (Fundación Cristina Enea, 2014). Tomando el apartado de la movilidad, se pueden estudiar los diferentes tipos de gráficas y hacer preguntas relacionadas con los datos que proporcionan como las tasas anuales de variación. La finalidad de la actividad parte del estudio de la actualidad, para pedirles a continuación que reflexionen sobre su propio comportamiento y las medidas que propondrían para cambiar los datos.

#### 4.2.1.20. Huella ecológica y muestra estadística

Mediante la página “Mide tu huella ecológica” (Bizkaiako Foru Aldundia, s.f.), los alumnos pueden contabilizar el consumo de energía, agua, transporte y residuos, mediante la realización de una encuesta. Una vez completada, la aplicación emite una hoja resumen de datos que sirve para completar una tabla estadística de toda la clase y estudiar diferentes conceptos con la misma.

### 4.2.2. Actividad desarrollada en detalle

A continuación se desarrolla de manera más detallada la actividad denominada “Contaminación acústica, diseño urbano y los logaritmos”, que relaciona las metas de preservación de un aire saludable y el equilibrio territorial con los logaritmos, contenido incluido en el Bloque 2: Números y Álgebra, dentro del Decreto 97/2010.

La propuesta se centra en la aplicación de ecuaciones logarítmicas para calcular el nivel sonoro. Dicha actividad no pretende desarrollar todos los contenidos recogidos en la

legislación sobre los logaritmos, sino más bien dar significado y aplicabilidad al concepto del logaritmo, al mismo tiempo que se concienta a los alumnos.

#### 4.2.2.1. Competencias

A continuación se detallan las competencias y sub-competencias que se trabajan mediante la actividad:

Tabla 12: Competencias y sub-competencias que se trabajan con la actividad

Competencias	Sub - competencias	
Competencia en cultura científica, tecnológica y de la salud	<b>Valoración crítica de la ciencia:</b> Seleccionar la información de textos con gráficas, datos matemáticos, etc. y analizarlos para emitir una valoración crítica sobre ellos.	C1
Competencia para aprender a aprender	<b>Organización del aprendizaje:</b> Aprender y asimilar conocimientos mediante el uso autónomo de técnicas organizativas, que permitan retener, interiorizar y aplicar posteriormente lo aprendido.	C2
Competencia matemática	<b>Números y símbolos:</b> Reconocer la utilidad comunicativa y funcional de los números y símbolos en la vida cotidiana, en su entorno y en el manejo de las cosas para dar y/o interpretar información de manera precisa y clara.	C3.1
	<b>Operaciones:</b> Realizar cálculos matemáticos utilizando el significado y las propiedades de las operaciones matemáticas.	C3.2
	<b>Resolución de problemas:</b> Resolver ejercicios utilizando un modelo heurístico: analizando el enunciado, eligiendo las estrategias adecuadas, realizando los cálculos pertinentes y comprobando la solución obtenida	C3.3
Competencia en comunicación lingüística	<b>Sentido global de textos:</b> Identificar el sentido global de diferentes textos, reconociendo su propósito para interpretar de manera crítica su contenido.	C4
Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital	<b>Conocimiento técnico:</b> Tener conocimiento del uso de las nuevas tecnologías, como la calculadora o Internet para desenvolverse de forma autónoma.	C5
Competencia social y ciudadana	<b>Conocimiento social:</b> Comprender la realidad social en la que se vive, cooperar, convivir y ejercer la ciudadanía democrática en una sociedad plural para contribuir a mejorarla.	C6
Competencia para la autonomía e iniciativa personal	<b>Toma de decisiones:</b> Tomar decisiones de manera autónoma y responsable teniendo en cuenta criterios de eficacia, justicia, impacto ambiental y responsabilidad social.	C8

Fuente: (BOPV, Decreto 97/2010, de 30 de marzo)

#### 4.2.2.2. Contenidos didácticos

- *Contenidos matemáticos*
  - Conocer la función logarítmica y exponencial.
  - Pasar de una expresión logarítmica a otra algebraica y viceversa.
  - Resolver ecuaciones logarítmicas y exponenciales.
  - Utilización de la calculadora para efectuar cálculos logarítmicos.
  
- *Contenidos ambientales*
  - Conocer la contaminación acústica
  - Concepto de ruido y umbrales de sonido
  - Intensidad sonora y fórmula para calcular los decibelios
  - Suma logarítmica de decibelios
  - Mapa del ruido de la ciudad.

#### 4.2.2.3. Objetivos específicos

Tabla 13: Objetivos específicos que se persiguen con la actividad

Objetivos	
Comprender los concepto de contaminación acústica y ruido	O1
Comprender el concepto del logaritmo y aplicarlo a situaciones cotidianas	O2
Saber calcular el nivel de percepción acústica de una o varias fuentes, operando con los logaritmos	O3
Mostrar preocupación hacia la problemática de contaminación acústica.	O4
Reconocer las zonas de la ciudad con problemáticas de contaminación acústica.	O5

#### 4.2.2.4. Metodología y agrupamiento

Cada sesión comienza con una breve introducción, mediante un texto o un video sobre el tema a tratar, para a continuación dar paso a la explicación de los conceptos a tratar. El trabajo se lleva a cabo en grupos de 4 o 5 personas mediante la ficha, adjunta en el Anexo 4, que se les entrega a los alumnos. La parte final de cada sesión consiste en una puesta en común de la clase sobre los resultados o conclusiones obtenidas.

#### 4.2.2.5. Recursos didácticos:

Para llevar a cabo la actividad son necesarios las fichas en las que se especifican las actividades a realizar y ordenadores con conexión a internet para poder acceder a la información complementaria. Se requiere así mismo la calculadora.

#### 4.2.2.6. Actividades y temporalización:

La propuesta corresponde a dos sesiones. Cada sesión consta de cincuenta minutos y está estructurada en tres partes:

- Introducción al trabajo del día y los conceptos.
- Trabajo en grupo para la resolución de los problemas planteados.
- Periodo final de conclusiones y resultados en común.

Tabla 14: Secuenciación de actividades

Sesión	Actividades	Temporalización	Competencias	Objetivos
1	Lectura del texto sobre la contaminación acústica y el ruido, adaptado del artículo “Medidas de Ruido” ” (Universidad de Granada, s.f.)	5’	C1, C3.1, C4, C6	O1
	Explicación de los conceptos de intensidad sonora y nivel sonoro y su relación mediante los logaritmos. Exponer la escala de decibelios y los umbrales de sonido.	10’	C1, C3.1	O2, O3
	Realización, en grupos, de los problemas planteados en la ficha.	25’	C2, C3.2, C3.3, C5	O2, O3
	Exposición de resultados y resolución de dudas.	10’	C2, C3.3, C5, C6, C8	O4
2	Visionado del video sobre la el mapa del ruido de San Sebastián y las medidas urbanas de movilidad para paliar la contaminación acústica (Mapa de ruido de San Sebastian, 2012).	5’	C1, C3.1, C4, C6	O1, O5
	Explicación del método para sumar decibelios. Mostrar el mapa de ruido de San Sebastián.	15’	C1, C3.1	O2, O3
	Realización, en grupos, de los problemas planteados en la ficha.	20’	C2, C3.2, C3.3, C5	O2, O3
	Exposición de resultados y resolución de dudas. Resumen de lo tratado y conclusiones.	10’	C2, C3.3, C5, C6, C8	O4, O5

#### 4.2.2.7. Evaluación de la actividad:

La actividad será valorada en dos aspectos, la evaluación del alumnado por un lado, y el desarrollo e idoneidad de la actividad, por otro.

Para evaluar los objetivos y competencias serán tenidos en cuenta las fichas completas que los alumnos entreguen al final de las dos sesiones, así como, la actitud individual y las destrezas mostradas.

Tras el desarrollo de la actividad se deberá reflexionar sobre la práctica e indicar los puntos fuertes y débiles de la misma, incluyendo posibles mejoras.

## 5. Discusión de resultados

A continuación se expone una pequeña comparación entre los resultados obtenidos y la literatura publicada.

Comenzando con la encuesta de sensibilización de los alumnos, el grado de conocimiento de los alumnos encuestados en torno a las diferentes problemáticas planteadas, es en general menor que los datos obtenidos en los otros estudios a nivel de la comunidad autónoma del País Vasco, España, y los países englobados en el denominado grupo E3, es decir, Reino Unido, Portugal y Finlandia.

Los alumnos encuestados coinciden con los datos obtenidos en otros estudios respecto a la afirmación de que crecimiento económico y preservación del medio ambiente deben de ir de la mano. Sin embargo, mientras que los estudios indican que los alumnos piensan que la ciencia y la tecnología son la causa y solución de las problemáticas medioambientales los alumnos encuestados opinan que no son la causa, pero sí la solución de los mismos.

En lo que se refiere al sentido de la responsabilidad, en general el grado de preocupación de los alumnos encuestados es bastante mayor que los datos publicados. Pero al mismo tiempo, comparten la tónica de los resultados publicados en el hecho de que, presentan mayor preocupación por el mundo en general que por aquello que acontece en su pueblo o ciudad.

La preocupación en los alumnos encuestados es significativamente mayor respecto a los otros grupos, siendo la Contaminación del Aire, el Despilfarro de la energía y la Calidad del agua potable, junto con la Extinción de plantas y animales, los problemas con mayor grado de preocupación. Estos datos contrastan con el primer apartado de la encuesta, ya que los problemas que más les preocupan son aquellos relacionados con aquellos ítems que admiten conocer menos, como la pérdida de la biodiversidad y el aumento de gases de efecto invernadero.

Los datos publicados, frente a los obtenidos, sobre el grado de preocupación ambiental en diferentes entornos, llevan a preguntarse si ciertamente los países del a OCDE piensan que España presentan graves problemas como el Despilfarro de la Energía o la Escasez del Agua, o ciertamente al afirmar que estos problemas son sólo preocupantes para personas de otros países demuestran que su grado de concienciación local es insuficiente y por lo tanto creen que las problemáticas ocurren únicamente en el extranjero.

En cuanto a la apreciación que presentan los alumnos sobre su impacto en el medio ambiente, los encuestados presentan porcentajes significativamente más altos que los datos publicados, hecho que puede estar relacionado con la tendencia de los alumnos a puntuar los ítems altos por pensar que es lo correcto. Como consecuencia de ello el porcentaje de alumnos encuestados que afirma estar de acuerdo con las afirmaciones La naturaleza está siempre en equilibrio a pesar de las acciones de los seres humanos y La gente tiene derecho a interferir libremente con la naturaleza para satisfacer sus necesidades, es significativamente alto.

En el apartado sobre la disposición de los alumnos a actuar a favor de la sostenibilidad, las acciones más realizadas por los alumnos encuestados presentan valores superiores, donde las diferencias más significativas corresponden a los ítems Apagar la luz al salir el último y Utilizar bombillas de bajo consumo, que corresponden a las acciones más repetidas por los encuestados. Llama la atención el hecho de que los alumnos del centro consideren secundario Usar menos agua cuando el aprovechamiento del agua se situaba como la problemática más conocida, y una de las inquietudes más graves en opinión de los alumnos. Sin embargo, el hecho de no usar papel reciclado, acción realizada muy frecuentemente según los datos publicados, puede justificarse con la ausencia de esta medida en el centro.

Los datos obtenidos al valorar el grado de acuerdo de los encuestados, frente diferentes políticas de desarrollo sostenible, es muy similar a los datos publicados.

Los datos obtenidos mediante las entrevistas estructuradas a los docentes del centro, al ser una muestra muy pequeña no son tan representativos como los obtenidos de los alumnos.

Comenzando con el análisis de los datos obtenidos al preguntar por el conocimiento, entendimiento y acuerdo con el concepto de desarrollo sostenible, las profesoras se mantienen en los valores publicados a excepción de las de matemáticas que presentan dudas respecto su significado. Este hecho llama la atención, ya que el valor de acuerdo con el concepto, a pesar de no entenderlo totalmente, es muy alto.

Al hablar sobre la opinión que tienen sobre la actuación del centro respecto la sostenibilidad, superan la opinión de los datos publicados tanto en el grado de sensibilización frente la necesidad de trabajar la sostenibilidad, como en el hecho de que el centro, al estar en su primer año con el programa A21E, presenta muchas mejoras por realizar.

La valoración sobre la integración del Desarrollo sostenible en el centro muestra significativas diferencias respecto los datos publicados. El profesorado coincide al decir que puede dar buenos resultados y es necesaria su implantación en los centros, muy por encima de los resultados obtenidos en el Ecobarómetro, por lo que demuestra que existe un alto grado de optimismo con los beneficios de la Educación en Sostenibilidad. Sin embargo, los datos referentes a la planificación y consecución de objetivos son significativamente peores que los publicados. Esto se puede deber por un lado a la falta de información sobre las acciones que se están llevando a cabo en el centro, y a la percepción de que la Educación para la Sostenibilidad no es prioritaria actualmente por otro.

En cuanto a la participación del profesorado en acciones para la preservación del medio ambiente los resultados son significativamente peores que los publicados ya que en el centro, al estar comenzando con la implantación de la A21E, a penas se han realizado actividades.

Los datos obtenidos, en torno a las propuestas de mejora, son aproximadamente un punto más alto, por lo tanto las se puede considerar que todas ellas son adecuadas a ojos del profesorado. A pesar de ello, propuestas como la innovación curricular, valorada como uno de los pilares de la A21E o la programación conjunta, es decir trabajar de manera interdisciplinar, no encabezan el ranquin. Así mismo, la formación del profesorado en materia de desarrollo sostenible tampoco se considera una medida prioritaria a pesar de que la Universidad de Girona en “La ambientalización curricular de la educación matemática” (Calabuig i Serra, Geli de Ciurana, & Alsina i Pastells, 2011) así como la de Cádiz en “La inclusión de la sostenibilidad en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas” (Cardeñoso Domingo, Azácate Goded, & Oliva Martínez, 2013), ven la necesidad de incorporar la educación para la sostenibilidad en el contexto del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

Tanto, el profesorado encuestado como los datos publicados revelan que la implantación del desarrollo sostenible en el centro favorece bastante la innovación educativa, dato que concuerda con lo que indica Díaz (2003) descrito en el marco teórico, ya que su implantación requiere de una reflexión sobre los objetivos competencias y contenidos.

La falta de disposición del profesorado, junto con la falta de tiempo, inconvenientes nombrados por la gran parte de las profesoras, impide que se lleven a cabo iniciativas para aproximar temas cotidianos relacionados con la sostenibilidad, por ejemplo a la

resolución de problemas matemáticos, como indica Cecilia et al (s.f.) y mucho menos, dar un paso más y llevar a cabo el aprendizaje mediante las TIC, como hacen en la “Propuesta de integración, en soporte hipermedia, de la educación ambiental en el aula de matemáticas.” (Pereña Moro, Barrón Ruiz, & Chamoso Sánchez, s.f.).

## 6. Conclusiones

Después de haber realizado esta pequeña investigación sobre la Educación para la Sostenibilidad y su modo de trabajarla en la clase de matemáticas, a continuación se exponen las conclusiones obtenidas en relación a los objetivos planteados inicialmente.

Describir la importancia de la educación en desarrollo sostenible y su relación con las matemáticas.

Durante casi medio siglo, como respuesta a los problemas ambientales desarrollados en consecuencia al modelo actual de vida, gobiernos e instituciones han presentado iniciativas educativas para formar ciudadanos que luchen a favor de la sostenibilidad. La Agenda 21 Escolar, como programa resultante de dichas iniciativas, da un paso más y permite participar activamente en el entorno del educando. Las matemáticas resultan una herramienta determinante en la resolución de los problemas ambientales y reflejo de ello es la iniciativa mundial llevada a cabo durante el 2013 bajo el nombre “Matemáticas del planeta Tierra”

Analizar la literatura relacionada con la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el ámbito de las matemáticas.

La interdisciplinariedad junto con una metodología participativa son las bases de la Educación para la Sostenibilidad. Las matemáticas ayudan a desarrollar habilidades para tomar las decisiones adecuadas frente a problemáticas ambientales. Al relacionar los contenidos del curriculum con las problemáticas del entorno, las matemáticas adquieren significado para el alumnado y se favorece la adquisición de la competencia matemática.

Recopilar información sobre el grado de sensibilización ambiental en los alumnos de ESO.

La sensibilización está estrechamente unida al conocimiento y comprensión de las problemáticas ambientales y el desarrollo sostenible. Los datos obtenidos en la encuesta muestran que a pesar de que la preocupación de los estudiantes es mayor que los datos de estudios anteriores, el grado de conocimiento sobre las problemáticas es menor. Esto, junto con el hecho de que existan alumnos que contesten que no es su problema la separación de residuos, aunque tengan las facilidades, indica que queda mucho trabajo por realizar.

Conocer el grado de interés e implicación de los docentes y equipo directivo para llevar a cabo actividades relativas al desarrollo sostenible.

Un mínimo de interés y esfuerzo permiten adaptar numerosos temas ambientales a la realidad del aula, pero la falta de tiempo, recursos y disposición por parte de algunos profesores dificulta que ello sea posible. Trabajar todos conjuntamente es indispensable para implantar la educación para el desarrollo sostenible, sin embargo, el centro cuenta con otras prioridades actualmente, por lo que las iniciativas son individuales, y muchas veces carecen del apoyo de los compañeros.

Proponer actividades encaminadas a la educación en desarrollo sostenible en el aula de matemáticas.

La motivación de los alumnos hacia las matemáticas puede mejorar al convertir los contenidos y problemáticas cercanas a su realidad social, política y ambiental, parte de la asignatura. Al mismo tiempo, si la materia es significativa, aumenta la concienciación y el grado de sensibilización hacia el medio ambiente. Abordar el desarrollo sostenible de manera transversal a la asignatura de matemáticas es, por tanto, posible y positivo para formar alumnos capaces de reflexionar, tomar decisiones e iniciativas a favor de la sostenibilidad. Para crear una estrategia satisfactoria es aconsejable realizar primero un estudio sobre la realidad de los alumnos atendidos de manera que la metodología, y contenidos se adapte a sus necesidades.

Finalmente, aunque el grado de los objetivos parciales se ha completado, se considera que el objetivo general de aproximar, el desarrollo sostenible de manera transversal al currículo de la asignatura de matemáticas de 4º de ESO, se ha llevado a cabo a grandes rasgos, ya que el tiempo resulta limitado para abordarlo completamente. Dada esta limitación resultaría, así mismo, conveniente llevar a la práctica la propuesta planteada para poder analizar su funcionamiento y poder sacar conclusiones.

## 7. Líneas de investigación futura

A continuación se indican varias líneas de investigación que se pueden llevar a cabo a partir del trabajo llevado a cabo.

1. La Educación para la Sostenibilidad en el aula de matemáticas de otro curso de la Educación Secundaria Obligatoria. Estudiar su implantación teniendo en cuenta el currículum correspondiente y las necesidades del grupo de la edad a la que se dirige.
2. Dificultades y ventajas de trabajar el Desarrollo Sostenible de manera interdisciplinar. Analizar el método de enseñanza y compararlo con otras materias interdisciplinarias como puede ser la educación por la paz.
3. Integrar la educación ambiental en el aula de matemáticas mediante las TIC. Estudiar los programas hipermedia que existen en la web y buscar si podrían ser aplicados al aula de matemáticas.
4. Conocimientos y aptitudes de un profesor de matemáticas para ambientalizar la asignatura de matemáticas. Estudiar los requisitos necesarios para poder impartir educación ambiental para el desarrollo sostenible a través de la asignatura de matemáticas.
5. Implantación de la Agenda 21 Escolar en un centro. Desarrollo del plan de acción para implantar el programa e incluir dentro del Proyecto Educativo del Centro.

## 8. Bibliografía

### 8.1. Referencias utilizadas

---

- Ayuntamiento de San Sebastián. (2011). *Donostia - San Sebastián, Ciudad amigable con las personas mayores*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de [http://ciudadesamigables.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/document/s/binario/san\\_sebastian\\_amigable.pdf](http://ciudadesamigables.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/document/s/binario/san_sebastian_amigable.pdf)
- Benito Iza, J., Gutiérrez Bastida, J. M., Hernández Abaitua, R., & Marañón Zalduondo, J. (2008). *Educación para la Sostenibilidad. Guía de la Agenda 21 Escolar*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Bizkaiako Foru Aldundia. (s.f.). *Mide tu huella ecológica*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de <http://www.tuhuellaecologica.org/portatuta.htm>
- Bruntdland, 1987 c.p. Gestión y Estudios Ambientales, S. C. L. (s.f.). *Libro Blanco de la Educación Ambiental en España en pocas palabras*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente - Secretaría General de Medio Ambiente.
- Calabuig i Serra, T., Geli de Ciurana, A. M., & Alsina i Pastells, A. (Junio de 2011). *La ambientalización curricular de la educación Matemática*. Recuperado el 27 de Junio de 2014, de DUGiDocs Universitat de Girona: <http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/3708/277.pdf?sequence=1>
- Cardenoso Domingo, J. M., Azácate Goded, P., & Oliva Martínez, J. M. (Mayo de 2013). La inclusión de la sostenibilidad en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10, 780-796. Recuperado el 27 de Julio de 2014, de [http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15627/18-478-Cardenoso\\_et\\_al.pdf?sequence=7](http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15627/18-478-Cardenoso_et_al.pdf?sequence=7)
- Cecilia Gámiz, L. M., Flores Martínez, P., & Gutiérrez Pérez, J. (s.f.). *Matemáticas "Ambientales"*. Recuperado el 26 de Junio de 2014, de Universidad de Granada: [http://www.ugr.es/~pflores/textos/aRTICULOS/Propuestas/Jaen\\_ambienta.pdf](http://www.ugr.es/~pflores/textos/aRTICULOS/Propuestas/Jaen_ambienta.pdf)
- Centre de Recerca i Informació en Consum. (2013). Consumo consciente de detergentes. *Opcions*(43). Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de Opciones: <http://opcions.org/sites/default/files/revistas/opciones-43.pdf>
- Centro Nacional de Educación Ambiental - CENEAM. (s.f.). *Gobierno Vasco. Ingurugela-CEIDA (Centros de Educación e Investigación Didáctico-Ambiental)*. Recuperado el 7 de Julio de 2014, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España: <http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/quien-es-quien/ceida.aspx>
- De León, M. (25 de Noviembre de 2013). *Matemáticas para un mundo sostenible*. Recuperado el 12 de Julio de 2014, de BBVA OpenMind. Compartiendo conocimiento para un futuro mejor: <https://www.bbvaopenmind.com/matematicas-para-un-mundo-sostenible/>
- Departamento de Educación, Universidad e Investigación del Gobierno Vasco. (2009). *Ecobarómetro Escolar 2008*. Recuperado el 11 de Junio de 2014, de Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco:

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-orokorra/es/contenidos/libro/ecobarometro\\_escolar/es\\_doc/adjuntos/2008.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-orokorra/es/contenidos/libro/ecobarometro_escolar/es_doc/adjuntos/2008.pdf)

*Design For Change*. (2009). Recuperado el 28 de Julio de 2014, de <http://www.dfcworld.com/dfc/spain/>

Díaz Feijóo, P. (Febrero-Mayo de 2003). La educación ambiental del alumno de secundaria a través de la clase de matemáticas. *Varela*(4). Recuperado el 29 de Junio de 2014, de Revista Varela: <http://www.revistavarela.rimed.cu/articulos/rv0420.pdf>

Doncel, L., & de Benito, E. (12 de Septiembre de 2012). Un estudio indica que ratas alimentadas con transgénicos tienen más tumores. *El país*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de El país: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/09/19/actualidad/1348077416\\_159661.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/09/19/actualidad/1348077416_159661.html)

ECREEE. (2013). *ECOWAS Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency*. Recuperado el 16 de Julio de 2014, de <http://www.ecreee.org/>

Ekugunea-Kutxa Gizarte Ekintza. (2010). *Ekoliderrak*. Recuperado el 16 de Julio de 2014, de <http://ekoliderrak.ekogunea.net/home/lang/es>

Escobero Rodríguez, J. M., & Castro Pinos, A. (s.f.). *Cómo disfrutar de las matemáticas valorando la Biodiversidad*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de Estación Experimental del Zaidín: [https://www.eez.csic.es/files/Como\\_Disfrutar\\_Las\\_Matematicas\\_Valorando\\_La\\_Biodiversidad.pdf](https://www.eez.csic.es/files/Como_Disfrutar_Las_Matematicas_Valorando_La_Biodiversidad.pdf)

Fernández Muerza, A. (19 de Junio de 2010). *Matemáticas para salvar el medio ambiente*. Recuperado el 27 de Junio de 2014, de Eciencia: <http://eciencia.com/blog/divulgacion/matematicas-para-salvar-el-medio-ambiente/>

Fundación Cristina Enea. (Junio de 2014). *Informe Anual de Sostenibilidad*. Recuperado el 30 de agosto de 2014, de [http://www.cristinaenea.org/Gestor/nodos/nodo\\_dok\\_din/InformeAnual\\_2013\\_UrtekoTxostena.pdf](http://www.cristinaenea.org/Gestor/nodos/nodo_dok_din/InformeAnual_2013_UrtekoTxostena.pdf)

Gates, S. (Intérprete). (2012). *Ecomaths*. [Clip Vídeo]. Londres, Reino Unido: Cornucopia Productions Ltd. Recuperado el 15 de Junio de 2014, de <http://www.bbc.co.uk/programmes/bo1fcycg>

Giménez, J., Fortuny, J. M., & Alsina, C. (1995). Educación matemática y entorno medioambiental. *Uno*(6). Recuperado el 10 de Julio de 2014, de <http://edumat.uab.cat/oldies/entorno.htm>

Gobierno Vasco. (Noviembre de 2006). *Hacia un compromiso por la educación para la sostenibilidad*. Recuperado el 12 de Julio de 2014, de [http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/educacion\\_sostenibilidad/es\\_plan/adjuntos/educacion\\_sostenibilidad.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/plan_programa_proyecto/educacion_sostenibilidad/es_plan/adjuntos/educacion_sostenibilidad.pdf)

Gobierno Vasco. (2009). *Ecobarometro Escolar 2008*. Recuperado el 11 de Junio de 2014, de Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco: <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49->

orokorra/es/contenidos/libro/ecobarometro\_escolar/es\_doc/adjuntos/2008.pdf

- González Muñoz, M. d. (1996). Educación Ambiental: Teoría y Práctica. *Revista Iberoamericana de Educación*(11), 13-74. Recuperado el 2 de julio de 2014, de <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie11a01.pdf>
- Gutiérrez Bastida, J. M. (Febrero de 2007). *Agenda 21 Escolar: Educación Ambiental de Enfoque Constructivista*. Recuperado el 12 de julio de 2014, de [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2007\\_02gutierrez\\_tcm7-53033.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2007_02gutierrez_tcm7-53033.pdf)
- Herrero, M. A. (2013). Matemáticas para el planeta Tierra, ciencia para el bienestar humano. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 16(4), págs. 685-698. Recuperado el 12 de Julio de 2014, de <http://gaceta.rsme.es/abrir.php?id=1173&zw=110328>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (diciembre de 2013). PISA 2012 Informe Español. *Boletín de educación: educaine*. Recuperado el 24 de junio de 2014, de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/boletin21pisa2012.pdf?documentId=0901e72b8178650b>
- Instituto Vasco de Estadística. (2013). *Eustat*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de [http://www.eustat.es/elementos/ele0004500/ti\\_Calidad\\_del\\_aire\\_en\\_los\\_municipios\\_de\\_la\\_CA\\_de\\_Euskadi\\_\\_2005-2013/tbl0004585\\_c.html#axzz3CeqDjPYP](http://www.eustat.es/elementos/ele0004500/ti_Calidad_del_aire_en_los_municipios_de_la_CA_de_Euskadi__2005-2013/tbl0004585_c.html#axzz3CeqDjPYP)
- Mapa de ruido de San Sebastian*. (02 de Mayo de 2012). Recuperado el 27 de Julio de 2014, de Diario Vasco TV: <http://www.diariovasco.com/videos/gipuzkoa/actualidad-de-gipuzkoa/1617861132001-mapa-ruido-sebastian.html>
- Martínez Arévalo, L. (s.f.). *La matemáticas y el desarrollo sostenible*. Recuperado el 27 de Junio de 2014, de Escuelas que aprenden: <http://www.escuelasqueaprenden.org/imagesup/La%20matem%20etica%20y%20el%20desarrollo%20sostenible.pdf>
- Martínez Huerta, J. (2009). *Educación para la Sostenibilidad*. Recuperado el 16 de Julio de 2014, de Manual para la Sostenibilidad - UNESCO Etxea: [http://www.unescoetxea.org/ext/manual\\_EDS/unesco.html](http://www.unescoetxea.org/ext/manual_EDS/unesco.html)
- Maths of the Planet Earth*. (2013). Recuperado el 26 de Junio de 2014, de <http://www.mpe2013.org/>
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuína educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*(Extraordinario 2009), 195-217. Recuperado el 23 de Julio de 2014, de [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009\\_09.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009_09.pdf)
- Nueva Tribuna. (18 de Enero de 2011). *El agua embotellada, el gran negocio*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de <http://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/el-agua-embotellada-el-gran-negocio/20110118045144040036.html>

- OCDE. (abril de 2012). ¿Cómo de ecológicos son los chicos de 15 años de hoy en día? *PISA in focus*(15). Recuperado el 24 de junio de 2014, de <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/pisa-in-focus/pif15-esp.pdf?documentId=0901e72b813c2173>
- OCDE. (octubre de 2012). ¿Se siente hoy en día los jóvenes de 15 años reponsables del medio ambiente? *PISA in focus*(21). Recuperado el 24 de junio de 2014, de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/pisa-in-focus/pisa-in-focus-n21-esp.pdf?documentId=0901e72b814d001f>
- Oliver Trobat, M. F., Castells Valdivielso, M., Casero Martínez, A., & Morey López, M. (2005). *Actitudes y percepción del medio ambiente en la juventud española*. Recuperado el 15 de Junio de 2014, de [https://www.academia.edu/3084066/Actitudes\\_y\\_percepcion\\_del\\_medio\\_ambiente\\_en\\_la\\_juventud\\_espanola](https://www.academia.edu/3084066/Actitudes_y_percepcion_del_medio_ambiente_en_la_juventud_espanola)
- Organización de los Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2013). *Matemáticas del planeta Tierra*. Recuperado el 26 de Junio de 2014, de <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/?Matematicas-del-planeta-Tierra>
- Pereña Moro, J. C., Barrón Ruiz, Á., & Chamoso Sánchez, J. M. (s.f.). *Propuesta de integración, en soporte hipermedia, de la educación ambiental en el aula de matemáticas*. Recuperado el 13 de Julio de 2014, de Universidad de Salamanca: [http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_04/n4\\_art\\_perena-barron-chamoso.htm](http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_perena-barron-chamoso.htm)
- Plitt, L. (12 de Agosto de 2009). El mismo eructo, menos metano. *BBC Mundo*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de [http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/08/090807\\_1051\\_vaca\\_lp.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/08/090807_1051_vaca_lp.shtml)
- UNESCO - Educación. (2006). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)*. Recuperado el 16 de Julio de 2014, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654so.pdf>
- UNESCO Etxea. (s.f.). *Ejemplos de la educación para un futuro sostenible en las asignaturas actuales*. Recuperado el 22 de Julio de 2014, de [http://www.unescoetxea.org/ext/futuros/es/theme\\_b/mod06/uncom06to4so1.htm](http://www.unescoetxea.org/ext/futuros/es/theme_b/mod06/uncom06to4so1.htm)
- UNESCO-Educación. (2012). *Educación para el Desarrollo Sostenible, Libro de Consulta*. Recuperado el 16 de Julio de 2014, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>
- Universidad de Granada. (s.f.). *Medidas de Ruido*. Recuperado el 27 de junio de 2014, de UGR: [http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos\\_ruido.pdf](http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido.pdf)
- Van den Berg, E. (Diciembre de 2011). *Made in China*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de National Geographic: [http://www.nationalgeographic.com.es/2011/12/16/made\\_china.html](http://www.nationalgeographic.com.es/2011/12/16/made_china.html)
- Villalta Galera, F. (Noviembre de 2012). La educación ambiental en las distintas etapas del Sistema Educativo. *Clave XXI. Reflexiones y experiencias en educación, III*(8 y 9). Recuperado el 12 de Julio de 2014, de [http://www.clave21.es/files/articulos/H04\\_SistemaEducativo.pdf](http://www.clave21.es/files/articulos/H04_SistemaEducativo.pdf)

Wolf, S., & Glimbovski, M. (2014). *Original Unverpackt*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de <http://original-unverpackt.de/>

World Wildlife Found. (19 de Agosto de 2014). *El Planeta entra hoy en números rojos: ya hemos consumido nuestro capital natural para 2014*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de WWF España: [http://www.wwf.es/noticias/sala\\_de\\_prensa/?30400/El-Planeta-entra-hoy-en-numeros-rojos--ya-hemos-consumido-nuestro-capital-natural-para-2014](http://www.wwf.es/noticias/sala_de_prensa/?30400/El-Planeta-entra-hoy-en-numeros-rojos--ya-hemos-consumido-nuestro-capital-natural-para-2014)

World Wildlife Found. (2014). *Los bosques después del fuego*. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de WWF España: [http://www.wwf.es/que\\_hacemos/bosques/problemas/incendios\\_forestales/](http://www.wwf.es/que_hacemos/bosques/problemas/incendios_forestales/)

## 8.2. Referencias legislativas

---

Decreto 97/2010, de 30 de marzo, por el que se modifica el Decreto que establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco, 72, de 20 de abril de 2010

## 8.3. Bibliografía complementaria

---

Bermejo Fuertes, A. (1997). La transversalidad y los valores en las matemáticas de la ESO. *Suma* (24). Recuperado el 31 de Agosto de 2014, de <http://revistasuma.es/IMG/pdf/24/067-075.pdf>

Díaz Feijóo, P. (Septiembre - Diciembre de 2011). Didáctica para potenciar la educación ambiental en Secundaria Basica a través de la clase de consolidación de matemáticas. *Varela*, 3(30). Recuperado el 29 de Junio de 2014, de <http://www.revistavarela.rimed.cu/articulos/rv1904.pdf>

García Gómez, J. & Nando Rosales, J. (2000). *Estrategias didácticas en Educación Ambiental*. Malaga, Ed. Aljibe.

Henderson, C. (2014). *Maths in Sustainability*. Australia, Ed. Blake Education,

Nomdedeu Moreno, R (noviembre 1998). La derivada y la integral a través del desarrollo sostenible. *Suma* (29). Recuperado el 31 de agosto de 2014, de <http://revistasuma.es/IMG/pdf/29/107-116.pdf>

Spiropoulou, D., Roussos, G., Voutirakis, J. (2005) The role of environmental education in compulsory education: The case of mathematics textbooks in Greece. *International Education Journal* 6(3), 400-406. Recuperado el 31 de Agosto de 2014, <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ854993.pdf>

## 9. Anexos

### 9.1. Anexo 1: Encuesta de sensibilización ambiental

---



# Encuesta de Sensibilización ambiental en estudiantes de ESO

Estimado alumno,

Se está llevando a cabo un estudio sobre la sensibilización ambiental de los alumnos de ESO. Por favor, completa la siguiente encuesta señalando, con una X, una única respuesta a cada pregunta planteada. El cuestionario es anónimo.

Muchas gracias de antemano por la colaboración.

#### Datos personales

Curso

1º ESO

2º ESO

3º ESO

4º ESO

Sexo:

Masculino

Femenino

Cursas Biología:

Sí

No

## Conocimiento en torno a los problemas ambientales

¿Qué sabes sobre los siguientes temas?	Nunca he oído hablar sobre ello	He oído hablar pero no sabría explicarlo.	Sé algo y podría explicarlo a grandes rasgos	Lo conozco y sabría explicarlo bastante bien
Aumento de gases de efecto invernadero				
La lluvia ácida				
Residuos peligrosos				
Contaminación del agua				
Tratamiento de residuos				
Aprovechamiento del agua				
Pérdida de la biodiversidad				
Utilización de organismos modificados genéticamente				
Consecuencias de la deforestación para dar otro uso al suelo.				
Planificación urbana y movilidad				

Adaptado de (Oliver Trobat, Castells Valdivielso, Casero Martínez, & Morey López, 2005, pág. 219)

¿Cuáles han sido tus fuentes de información sobre cada uno de estos temas?	Ninguna, no conozco el tema	Colegio	Medios de comunicación	Internet libros	Amigos	Familia
Aumento de gases de efecto invernadero						
La lluvia ácida						
Residuos peligrosos						
Contaminación del agua						
Tratamiento de residuos						
Aprovechamiento del agua						
Pérdida de la biodiversidad						
Utilización de organismos modificados genéticamente						
Consecuencias de la deforestación para dar otro uso al suelo.						
Planificación urbana y movilidad						

Adaptado de: Oliver, et al (2005, pág. 219) y (Gobierno Vasco, 2009, pág. 58)

**Escoge de cada uno de los siguientes bloques, una de las afirmaciones:**

	Es más importante crecer económicamente que preservar el medio ambiente.
	Es preciso proteger el medio ambiente al mismo tiempo que se garantiza el crecimiento económico. Garantizar el desarrollo económico
	Es más importante preservar el medio ambiente aunque suponga no crecer económicamente.

Adaptado de: Oliver, et al (2005, pág. 223)

	La responsabilidad sobre el estado actual del medio ambiente es de la ciencia y la tecnología.
	La ciencia y la tecnología crean más problemas que soluciones
	Los problemas del medio ambiente serán resueltos por los avances científicos y tecnológicos.
	Los problemas del medio ambiente son causados y solucionados por la ciencia y la tecnología.

Adaptado de: Oliver, et al (2005, pág. 223)

**Sentido de responsabilidad sobre la conservación de un medio ambiente sostenible.**

¿Cómo te sientes acerca del estado actual del medio ambiente?	Muy preocupad@	Preocupad@	Nada preocupad@	NS/ NC
En tu pueblo o ciudad				
En el País Vasco				
En España				
En el mundo				

Adaptado de: Oliver, et al (2005, pág. 219)

¿Constituyen los siguientes temas ambientales una preocupación importante para ti u otras personas?	Importante para mí y para otras personas.	Importante para otras personas, pero no para mí.	Importante sólo para personas de otros países.	No es importante para nadie.
Contaminación acústica				
Uso de pesticidas y productos químicos en la agricultura				
Contaminación del aire				
Calidad del agua potable				
Contaminación de superficies acuosas				
Incendios forestales				
Residuos urbanos				
Despilfarro de la energía				
Extinción de plantas y animales				
Deforestación				

Adaptado de: Oliver, et al (2005, págs. 219-220) y (Gobierno Vasco, 2009, pág. 85)

### Consciencia de la repercusión de las acciones individuales en el medio ambiente.

¿Estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones?	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalm. en desacuerdo
Los cambios en el medio ambiente producidos sólo en beneficio del hombre causan graves problemas				
La gente tiene derecho a intervenir libremente en la naturaleza para satisfacer sus necesidades				
La naturaleza está siempre en equilibrio a pesar de las acciones de los seres humanos				
La especie humana es una más del planeta y debería mantener una relación de interdependencia con las demás especies				
Preservar la naturaleza para futuras generaciones representa una restricción para las generaciones presentes				
Los problemas de medio ambiente no tienen solución.				
Con el dinero se solucionarían todos los problemas de medioambiente				
Los países ricos son más respetuosos con el medioambiente que no los países pobres.				

Fuente: Oliver, et al (2005, pág. 216) y (Gobierno Vasco, 2009, pág. 56)

### Disposición para tomar medidas a favor de la conservación de los recursos naturales.

¿Cuál de estas acciones has realizado o te gustaría realizar para hacer que el mundo sea un sitio mejor?	Ya lo he hecho	Me gustaría hacerlo	No me gustaría hacerlo	No es mi problema
Evitar usar el coche para trayectos diarios				
Apagar la luz al salir el último de una habitación.				
Utilizar bombillas de bajo consumo				
Utilizar energías alternativas				
Separar cristal, papel, envases, orgánico y pilas para reciclar.				
Intentar usar menos agua				
Usar papel reciclado				
Participar en actividades que mejoren el medio ambiente (limpiar playas, etc.)				
Usar detergentes biodegradables				

Escoger productos con envoltorios reciclables				
Comer alimentos orgánicos o no modificados genéticamente.				
En sitios abiertos, esperar hasta encontrar el contenedor adecuado para tirar la basura ( ej. envoltorios de chuches...)				

Adaptado de: Oliver, et al (2005, pág. 225)

¿Estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones?	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalm. en desacuerdo
Es importante realizar controles periódicos de los gases de escape de los automóviles para autorizar su circulación				
Me molesta que se malgaste energía cuando se hace uso innecesario de los aparatos electrónicos				
Estoy a favor de que existan leyes que regulen las emisiones de las fábricas, aunque ello conlleve un aumento del precio de los productos				
Para reducir la cantidad de residuos debería minimizarse la cantidad de envases plásticos				
Se debería obligar a que demuestren que eliminan, con total seguridad, los residuos peligrosos.				
Estoy a favor de que existan leyes que protejan los hábitats de las especies en peligro de extinción				
La electricidad debería ser producida, tanto como sea posible, a partir de energías renovables, aunque sea más cara.				

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 88)

## 9.2. Anexo 2: Entrevista al profesorado

A continuación se presentan una serie de cuestiones en torno a la sostenibilidad. Por favor responde teniendo en cuenta que 1 es “totalmente en desacuerdo” y 4 o 5 es “totalmente de acuerdo”.

“Desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.” (Bruntland, 1987 c.p. Gobierno Vasco, 2009)	1	2	3	4
Tenía conocimiento sobre el significado de desarrollo sostenible				
Entiendo lo que quiere decir el desarrollo sostenible				
Estoy de acuerdo con el concepto de desarrollo sostenible				

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 63)

¿Cómo se están haciendo las cosas en el centro respecto a la educación para la sostenibilidad?	1	2	3	4
La escuela debe trabajar la sostenibilidad				
El centro no hace lo suficiente en sostenibilidad				

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 64)

Prioridad de la educación para la sostenibilidad en el centro	1	2	3	4	5
La actitud de este centro es favorable a trabajar en sostenibilidad					
En nuestro centro no es una prioridad fundamental el tema de la ES en estos momentos					
Creo que se están logrando los objetivos de sostenibilidad escolar					
Hemos planificado de forma correcta las acciones de medio ambiente en el centro					
Creo que es necesario que los centros escolares se impliquen en los temas de sostenibilidad y en medio ambiente					
La ES puede dar buenos resultados					

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 65)

¿Cuál consideras que es la prioridad actual del centro?

¿Has participado en las actividades relacionadas con la preservación del medio ambiente organizadas en la escuela, barrio y comunidad?	1	2	3	4

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 67)

Si la respuesta es afirmativa, ¿qué tipo de actividades?

Propuestas de mejora de la Educación Sostenible .	1	2	3	4	5
Mejorando la comprensión del alumnado sobre esta problemática					
Adecuando la organización de los centros en cuanto a horarios y espacios					
Aumentando la dotación de materiales didácticos en estas materias					
Promoviendo el interés y motivación real del profesorado en relación al medio ambiente					
Aumentando el apoyo que reciben los centros en estos temas, tanto de instituciones educativas como de otros organismos					
Disminuyendo las demandas que se introducen con los nuevos planes educativos, haciendo así más fácil dedicarse a temas de medio ambiente					
Mejorando el trabajo en equipo y la programación conjunta dentro del centro					
Potenciando la sensibilización del entorno social en el que se ubican los centros sobre temas de medio ambiente					
Mejorando la coordinación entre los centros y otros organismos y/o instituciones relacionados con estos temas					
Mejorando las condiciones ambientales					
Formando específicamente al profesorado en estas materias					
Revisando y cambiando, si hace falta, los programas didácticos y de aula en temas de medio ambiente					

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 69)

¿Alguna otra propuesta que consideres importante?

¿En qué medida favorece la Educación Sostenible los tres siguientes ámbitos?	Nada	Poco	Bastante	Mucho	NS/NC
La innovación educativa					
La participación de la comunidad educativa					
La gestión sostenible del entorno escolar					

Fuente: (Gobierno Vasco, 2009, pág. 71)

¿Qué inconvenientes consideras que podrían surgir?

### 9.3. Anexo 3: Tabla resumen de propuesta de actividades

Tabla de actividades que relaciona los bloques de conceptos de 4º de ESO con los ámbitos de actuación establecidos por la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible

	<b>Contaminación y preservación atmosférica, terrestre y acuosa</b>	<b>Gestión de residuos y recursos naturales</b>	<b>Preservación de la biodiversidad y protección de la naturaleza</b>	<b>Equilibrio territorial y movilidad</b>	<b>El cambio climático y sus influencias</b>
<b>Números y álgebra</b>	La contaminación acústica y los logaritmos.	El agua embotellada y las ecuaciones	Incendios forestales y las inecuaciones	Crecimiento demográfico y vegetativo mediante porcentajes	Presupuesto ecológico anual y las progresiones
<b>Geometría y medida</b>	El volumen del vertedero.	Envases y superficies.	Deforestación y semejanzas.	La trigonometría y las infraestructuras	Superficie de agujero en la capa de ozono y geometría analítica
<b>Funciones y gráficas</b>	El séptimo continente y la función exponencial.	Biodegradabilidad de los detergentes y tasa de variación.	Pesticidas naturales y biodiversidad mediante análisis de datos.	Las curvas de la solidaridad	Dependencia funcional entre las vacas y los gases de efecto invernadero.
<b>Estadística y probabilidad</b>	Contaminación atmosférica y estudio estadístico	Un mundo sin bolsas y la combinatoria	Alimentos transgénicos y la probabilidad	Movilidad y los histogramas	Huella ecológica y muestra estadística

## 9.4. Anexo 4: Ficha para el alumno

### Contaminación acústica, diseño urbano y los logaritmos.

La contaminación acústica es una de las principales problemáticas ambientales de Europa que, a pesar de ser poco conocida, ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 130.000.000 de los habitantes de sus países miembros están por encima del umbral sonoro aceptado por la Organización Mundial de la Salud, es decir 65 decibelios durante el día y unos 300.000.000 residen en zonas con niveles entre 55 y 65 dB. En San Sebastián casi un 30% de la población vive por encima de los parámetros de calidad según el mapa de ruido de la localidad.

El ruido se define como un sonido molesto y no deseado. Padecer niveles altos de ruido, ya sea de manera puntual o prolongada, provoca trastornos físicos y psicológicos como pérdidas de la audición, disminución de la agudeza visual, problemas de trastorno de sueño y estrés entre otros. Por lo tanto el ruido es uno de los principales causantes del deterioro de la calidad de vida.

Adaptado del texto “Medidas de Ruido” (Universidad de Granada, s.f.)

El oído humano es capaz de percibir un rango de intensidades sonoras muy amplio. Las intensidades sonoras  $I$ , se miden en  $w/m^2$  y parten del umbral de audición  $I_0 = 10^{-12}(w/m^2)$ . Sin embargo, para la percepción del sonido existe una escala de medidas en belios y decibelios, en honor al inventor del teléfono (A.G. Bell), ya que, la percepción del sonido no es proporcional a la intensidad con la que éste se produce. Mientras que la intensidad crece de manera geométrica, la percepción crece de una manera similar a la aritmética y la función que las relaciona es la siguiente:

$$N_I = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Esta función nos permite, por tanto, relacionar las intensidades de diferentes focos de sonido con sus percepciones en decibelios. Por ejemplo, para el umbral de audición  $I_0 = 10^{-12}(w/m^2)$ . le corresponden 0 decibelios y para el umbral de dolor  $I = 10^0(w/m^2)$ , le corresponden 120dB.

$$N_I = 10 \log \frac{10^0}{10^{-12}} = 10 \log 10^{12} = 10 \times 12 = 120 \text{dB}$$

En la tabla que se muestra a continuación se pueden observar las percepciones de diferentes focos de sonido.

	<b>dB</b>	<b>Foco emisor</b>	
	0		Umbral de audición
Silencioso	10	Rumor de hojas	$10^{-12}(\text{w/m}^2)$
	20	Piar de un pájaro	
Tranquilo	30	Susurros	Umbral de confort aceptado por la OMS
	40	Biblioteca	
	50	Despacho tranquilo	
Tolerable	60	Conversación normal	Umbral del dolor $10^0(\text{w/m}^2)$
	70	Aglomeración de gente	
	80	Tren	
Molesto	90	Tráfico intenso	
	100	Camión de la basura	
Insoportable	110	Discoteca	
	120	Trueno	
Doloroso	130	Taladro neumático	
	140	Avión despegando	

Teniendo en cuenta la información anterior contesta a las siguientes preguntas:

1) Completa la siguiente tabla:

<b>Foco de sonido</b>	<b>w/m<sup>2</sup></b>	<b>dB</b>
Susurro	$5 \cdot 10^{-10}$	
Nivel confort OMS		55
Secador del pelo	$4 \cdot 10^{-6}$	
Plaza Cibeles Madrid		88
Martillo neumático	$3 \cdot 10^{-3}$	
Celebración de un gol en Anoeta		109
Concierto de Rock	$2 \cdot 10^{-2}$	
Reactor postcombustión		149

- 2) Si un sonido tiene una intensidad 100 veces mayor que el umbral de audición ¿cuál será su percepción en decibelios?
- 3) Según la tabla del apartado 1 ¿cuántas veces es mayor el sonido de un martillo neumático que un secador de pelo?
- 4) Los sonidos entre 100 y 110 decibelios se encuentran en el “umbral tóxico” y pueden ocasionar lesiones en el oído medio. ¿Cuáles serían las intensidades que corresponden a dicho umbral?

Cada día soportamos sonidos que provienen de diferentes fuentes y nuestro oído los tienen que percibir todos a la vez: coches, conversaciones, el viento... Los mapas de ruido de las ciudades indican los valores de decibelios totales que se perciben en cada zona. Pero, ¿cómo se calcula el valor total de los decibelios?

El valor total de decibelios viene dado por la suma logarítmica de los diferentes focos en base a la siguiente expresión:

$$N_t = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{\left(\frac{N_i}{10}\right)}$$

Por ejemplo si tenemos 4 focos sonoros con los siguientes niveles en decibelios: 90, 91,94 y 95, la suma total de decibelios se calculará:

$$N_t = 10 \log \left( 10^{\frac{90}{10}} + 10^{\frac{91}{10}} + 10^{\frac{94}{10}} + 10^{\frac{95}{10}} \right) = 98.99\text{dB}$$

Con el fin de agilizar el cálculo se utiliza una tabla que relaciona el valor entre dos niveles de decibelios a medir, y el valor (S) que se le tiene que sumar al nivel mayor para que de Nt

Resta entre los dB de los dos niveles	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-12	13-14	15-19	≥20
dB a sumar al nivel mayor (S)	3	2.6		1.8	1.5			0.8		0.5		0.3	0.2	0.1	0

Los valores de S han sido obtenidos mediante la siguiente fórmula:

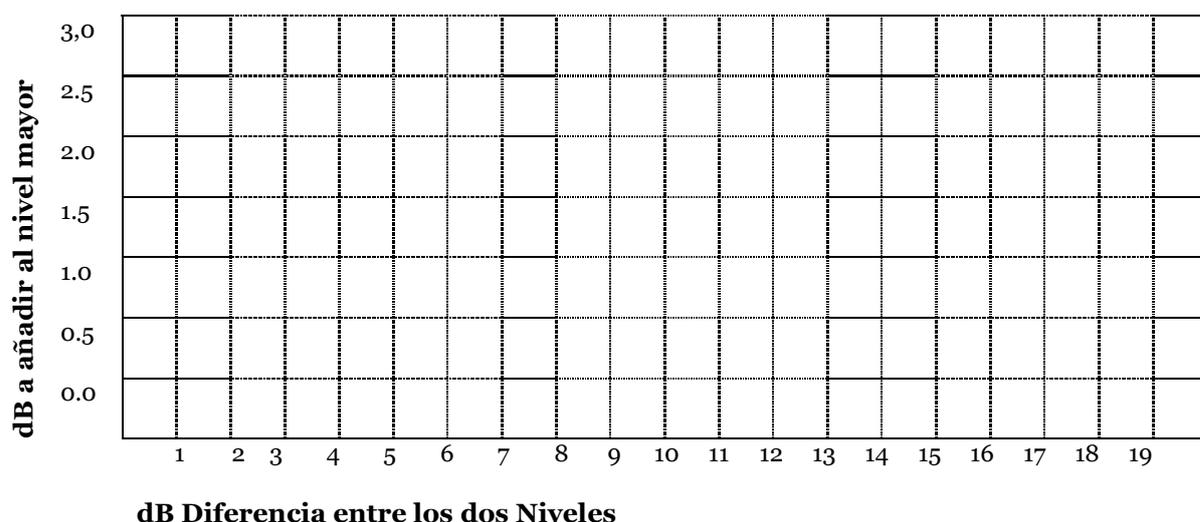
$$S = 10 \log \left( 10^{\frac{N_1}{10}} + 10^{\frac{N_2}{10}} \right) - N_1$$

Por lo tanto, si por ejemplo los dos focos tienen el mismo nivel sonoro, es decir, la resta entre los decibelios de ambos es 0, la cantidad S se obtiene:

$$N_t = 10 \log \left( 10^{\frac{90}{10}} + 10^{\frac{90}{10}} \right) - 90 = 93 - 90 = 3\text{dB}$$

Teniendo en cuenta la información anterior, realiza los siguientes enunciados:

- 1) Completa los valores de la tabla que están en blanco
- 2) Teniendo en cuenta los valores de la tabla traza una gráfica donde el eje de ordenadas sea los dB a añadir al nivel mayor y el eje de abscisas la diferencia de dB entre los dos niveles



- 3) Calcula el nivel sonoro total de las siguientes fuentes:

Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Nivel Total
92	93	97	99	
55	57	55	65	
80	65	57	73	
60	70			
80	80	80		
105	106	110	101	

- 4) El patio del colegio tiene un nivel sonoro comprendido entre el 60 -65dB, según el mapa de ruido publicado por el ayuntamiento. Suponiendo que el único foco que afecta al colegio son los alumnos en el recreo con un nivel sonoro de 60dB, ¿qué nivel sonoro tiene el timbre si al sonar, se alcanzan un total de 64.8dB?
- 5) Busca en el mapa del ruido del ayuntamiento el nivel sonoro que soporta el edificio donde vives y compáralo con tus compañeros. ¿Qué fuentes de sonido afectan al valor? ¿qué zonas son las óptimas para vivir y por qué?