



---

## **Universidad de Valladolid**

Trabajo Final del Máster Universitario de Profesor de Educación  
Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanza de Idiomas

(Especialidad: Física y Química)

Curso 2015-2016

# **La comprensión de problemas ambientales entre el alumnado de ESO y Bachillerato en Física y Química mediante el uso de las pruebas PISA.**

Presentado por:  
Alicia Cobos Soria

Dirigido por:  
Dra.M<sup>a</sup> Elena Charro Huerga

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.- RESÚMEN Y PALABRAS CLAVE .....	3
2.- INTRODUCCIÓN .....	3
2.1.- OBJETIVOS .....	4
2.1.1.- GENERAL .....	4
2.1.2.- ESPECÍFICOS .....	4
2.2.- JUSTIFICACIÓN .....	5
3.- MARCO TEÓRICO.....	6
3.1.- INFORME PISA .....	6
3.1.1.- CIENCIAS EN PISA .....	8
3.1.2.- ESPAÑA EN LAS PRUEBAS PISA.....	14
3.2.- EDUCACIÓN AMBIENTAL .....	18
3.2.1.- EDUCACIÓN AMBIENTAL EN ESPAÑA.....	19
3.3.- FENÓMENOS AMBIENTALES EN EL CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA .....	22
4.- METODOLOGÍA .....	24
4.1.- METODOLOGÍA.....	24
4.2.- INSTRUMENTO .....	25
4.3.- MUESTRA .....	26
5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
6.- LIMITACIONES .....	55
7.- CONCLUSIONES .....	55
8.- REFERENCIAS.....	58
9.- ANEXOS .....	63

## 1.- RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este trabajo se presenta como un estudio exploratorio para conocer el grado de comprensión de diferentes problemas ambientales, ya que éstos están incluidos en el currículo de Física y Química de Educación Secundaria y Bachillerato. Para ello se ha implementado una prueba a través de la plataforma virtual Edmodo que ha sido cumplimentada por alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato en Física y Química. La prueba incluye un cierto número de ítems liberados de pruebas PISA, los cuales han sido seleccionados en base a las cuestiones ambientales que se abordan, que son: cambio climático, ozono, lluvia ácida y empleo de combustibles fósiles. A la vista de los resultados obtenidos y tras su análisis se reconoce una razonable comprensión de estos problemas por parte de los alumnos, siendo mejores los resultados en los alumnos de 1º de Bachillerato.

**Palabras clave:** Problemas ambientales, pruebas PISA, plataforma virtual, 3º ESO, 1º Bachillerato, Física y Química.

## 2.- INTRODUCCIÓN

Este estudio se centra en problemas ambientales, como el cambio climático, la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono y el impacto que tiene el uso de combustibles fósiles. Estos problemas forman parte de la vida diaria de las personas, y sus efectos son noticia en los medios de comunicación. Las actividades humanas y el sistema económico de los países desarrollados, hacen que cada vez se emitan más gases a la atmósfera, registrándose un aumento de la temperatura promedio del planeta, lo que traerá consecuencias devastadoras. Se trata pues, de fenómenos a nivel mundial. Aunque el ser humano no sea el único causante de este cambio, puede contribuir a disminuir en gran medida las causas que lo provocan, tomando medidas proambientales. Según indica el Libro blanco de la Educación Ambiental: “No es que la educación pueda resolver por sí misma los problemas ambientales, pero es imprescindible para alcanzar el objetivo último: la mejora de la calidad de vida”. (1999) Por esta razón en este estudio se han empleado cuatro ítems directamente relacionados con los problemas ambientales, ya que resulta de vital necesidad que los estudiantes los conozcan en profundidad, para que cuando sean adultos, tengan la suficiente capacidad de realizar juicios críticos y disminuirlos en la medida de lo posible.

Los ítems empleados en la prueba son: cambio climático (prueba piloto de 2005), ozono (PISA 2000), la lluvia ácida (PISA 2006) y Combustibles fósiles (PISA 2015). Pertenecen al área de ciencias, y muestran un conocimiento transversal, reconocido desde hace muchos años, como muestra en el Libro blanco de la Educación Ambiental: “La Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), finalmente aprobada en 1990 incorpora la educación ambiental, como tema transversal, dentro del currículum y supone un reconocimiento oficial a la actividad del profesorado comprometido en esta tarea” (1999).

Por último indicar que con este estudio, se abren las puertas a futuras investigaciones doctorales en las que se realicen estudios más elaborados con distintos tipos de muestras aleatorias y de mayor tamaño a la del presente estudio.

## **2.1- OBJETIVOS**

### **2.1.1.- GENERAL**

✓ Diseñar y aplicar una prueba a través de la plataforma virtual Edmodo, con ítems liberados de PISA relacionados con problemas ambientales y reconocer en qué medida se produce la comprensión de dichos fenómenos en el alumnado de 3º de ESO y 1º de Bachillerato de Ciencias.

### **2.1.2.- ESPECÍFICOS**

✓ Diseñar una prueba utilizando los ítems liberados de PISA sobre problemas ambientales.

✓ Aplicar la prueba diseñada en alumnos de 3º de la ESO y 1º de bachillerato a través de la plataforma virtual Edmodo.

✓ Reconocer en qué medida este tipo de pruebas con ítems favorecen la comprensión de estos fenómenos en el alumnado y comparar los resultados de 3º ESO y 1º de Bachillerato.

## 2.2.- JUSTIFICACIÓN

El estudio surge al observar en el desarrollo del Practicum la siguiente problemática:

- ✓ Los alumnos tienen verdaderos problemas para interpretar elementos tan empleados en Física y Química como tablas, gráficos e imágenes.
- ✓ En la asignatura de Física y Química las cuestiones medioambientales forman una parte muy reducida del contenido, a pesar de que se incluyan en el currículo.
- ✓ Por otra parte, el profesorado carece de interés para explicar fenómenos medioambientales, principalmente por falta de tiempo y por el exceso contenido de las unidades didácticas.

Para el diseño de la prueba, se han seleccionado estos ítems rigurosamente, de manera que hicieran referencia a problemas ambientales, y permitieran evaluar la comprensión de estos fenómenos por parte de los alumnos.

Aunque a priori los ítems estén relacionados directamente con el medioambiente, deben integrarse en el currículum de Física y Química, ya que la comprensión de fenómenos medioambientales requiere de una base de Física y Química. Es más, a partir de cualquiera de ellos, se podría diseñar una de las unidades didácticas de dicha asignatura.

Además, la comprensión de los elementos explicativos que contienen las preguntas de la prueba, como las tablas, las gráficas e imágenes, permiten al alumno desarrollar la competencia científica. Por otro lado como estos elementos se emplean en la asignatura de Física y Química es necesario que los alumnos los comprendan e interpreten adecuadamente.

A parte de las razones anteriores, el trabajo de los alumnos con estos conceptos, supone la construcción de nuevo conocimiento acerca del medioambiente, que fomentará el espíritu crítico en ellos, y la toma de decisiones en su etapa adulta para intentar minimizar las causas que generan estos problemas. Tal como apunta la UNESCO (2010), “los estudiantes de hoy serán mañana los responsables de tomar decisiones”.

El uso de ítems de PISA liberados a través de una prueba diseñada y aplicada con la plataforma virtual Edmodo, permite hacer este estudio exploratorio y el posterior análisis, pero no solo esto, sino que los alumnos se familiarizan con la estructura de las preguntas de los ítems PISA. Esto facilita al docente en un futuro, el planteamiento de diferentes estrategias de aprendizaje, utilizando este tipo de pruebas, cuyos ítems son transversales a todas las áreas de conocimiento. Además se podrían realizar otras actividades para motivar a los estudiantes en el área de ciencias, utilizando esta plataforma virtual.

Los alumnos en estas pruebas demuestran no solo su conocimiento sino también sus habilidades y destrezas, ya que las pruebas PISA no son preguntas típicas de un examen sino que son similares a las de un test de inteligencia.

### **3.- MARCO TEÓRICO**

#### **3.1.-INFORME PISA**

PISA es el acrónimo del “**P**rogramme for **I**nternational **S**tudent **A**ssessment”, conocido como el Programa para la Evaluación Internacional de alumnos, es una valoración estandarizada internacional que se efectúa sobre el rendimiento de los estudiantes, a partir de unos exámenes que se realizan en varios países desde el año 2000 cada tres años.

La OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) es la encargada de realizar las pruebas estandarizadas a estudiantes de 15 años. Se evalúa a los estudiantes con esta edad, porque se encuentran próximos al fin de la escolaridad obligatoria en la mayoría de países participantes. Esta edad es la adecuada para estudiar el grado de preparación de los estudiantes para formar parte de las sociedades modernas (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007; OCDE, 2001).

El informe se realiza por encargo de los gobiernos y de sus instituciones educativas. Representa un compromiso de los gobiernos ya que estudia cómo evolucionan los resultados de los sistemas educativos a través de los logros de los alumnos. Los resultados influyen en la toma de decisiones en política educativa y permiten una colaboración estrecha entre los sistemas educativos de diferentes países. (IE, 2010; Ministerio de Educación y Ciencia, 2007).

En estas pruebas se evalúa el rendimiento en tres áreas: lectura, matemáticas y ciencias naturales. En cada ciclo de tres años, se revisa con más detenimiento una de estas áreas. Por ello en cada prueba, el 60% de las preguntas corresponde al área principal. De esta forma, en el año 2000 se revisó con más detenimiento la lectura, en el año 2003 las matemáticas y en el 2006 las ciencias naturales. De esta forma en ciclos periódicos de nueve años, se va evaluando con más profundidad cada área.

En cada país se evalúan entre 4.500 y 10.000 alumnos. En cada prueba PISA, han participado los países que forman parte de la OCDE así como otros países asociados. A lo largo de los años, el número de países miembros de la OCDE se ha ido incrementando, lo que ha producido un aumento en el número total de países participantes de esta prueba. En los países participantes, colaboran centros nacionales que están relacionados con la educación. En España, colabora el Instituto de Evaluación llamado primero instituto Nacional de Calidad y Evaluación (INCE) y luego Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (INECSE) que pertenece al Ministerio de Educación y Ciencia, que antes era el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007; OCDE, 2001).

La prueba PISA no solo se basa en los contenidos que se han aprendido en la educación formal (escuela o instituto), sino que también se analiza el grado de conocimientos y destrezas que han ido adquiriendo a lo largo de la vida, y les permitirá enfrentarse a situaciones nuevas. La evaluación de las competencias transversales, es un parte integral de la prueba PISA. (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007; OCDE, 2001). Arias (2006) afirma que:

“El creciente interés prestado por los distintos países a estos estudios (su número se ha multiplicado en los últimos años) procede de la convicción generalizada de que la productividad económica futura de un país depende de los altos niveles de conocimientos y competencias en la población activa y de que mostrarán una mejor posición internacional aquellas naciones que tengan población con mayor nivel, especialmente en lectura, matemáticas y ciencias”.

El examen está formado por una sesión cognitiva de dos horas (en la que no todos los estudiantes resuelven los mismos problemas), y otra sesión de cuestionarios de una hora (en la que les realizan preguntas personales y sobre su entorno). Además los directores de los centros docentes rellenan un breve cuestionario sobre aspectos más amplios del contexto escolar. La sesión cognitiva es una combinación de preguntas directas con una única respuesta correcta (preguntas que sólo admiten algunas palabras o algunas frases breves por respuesta, o que ofrecen múltiples opciones para que el alumno marque alguna o algunas), y preguntas que requieren que los estudiantes elaboren sus propias respuestas.

Las soluciones de los estudiantes se registran digitalmente y se envían al centro del proyecto internacional en Australia, para evaluarlas. Las preguntas del primer tipo sólo pueden ser correctas o incorrectas, y las del segundo tipo son de evaluación más compleja y admiten respuestas parcialmente correctas. Según la cantidad de preguntas contestadas correctamente, se define un nivel de dificultad de la pregunta o del problema. (OCDE, 2007b).

En cada evaluación se reservan un número determinado de unidades para ser utilizadas en futuras pruebas PISA, ya que la aplicación de las mismas unidades en varias evaluaciones permite equiparar las puntuaciones en una escala común y comparar los resultados a lo largo del tiempo de forma rigurosa. Las unidades que no se reservan, no se vuelven a utilizar en las pruebas y son “liberadas” para conocimiento público. (Arregi et al., 2004).

### **3.1.1.-CIENCIAS EN PISA**

Los ítems liberados utilizados en este estudio pertenecen al área de ciencias y bien son de pruebas PISA o bien de pruebas piloto (quiere decir que estos ítems no han sido incluidos en la prueba PISA, ya que miden aspectos semejantes a otros que sí se han incluido) ya que son ítems validados con una muestra de individuos muy elevada. (Arregi et al., 2004). En el caso particular de las ciencias los documentos del proyecto señalan:

“El programa PISA considera que la formación científica es un objetivo clave de la educación y debe lograrse durante el periodo obligatorio de enseñanza, independientemente de que el alumnado continúe sus estudios científicos o no lo haga ya que la preparación básica en ciencias se relaciona con la capacidad de pensar en un mundo en el que la ciencia y la tecnología influyen en nuestras vidas” (Vilches y Gil, 2006).

Además en PISA 2000 se define la competencia científica o alfabetización como “La capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él” (OCDE, 2000). Según defiende PISA, “En la sociedad actual, basada en la tecnología, desempeña un papel primordial la comprensión de teorías y conceptos científicos fundamentales y la capacidad para estructurar y resolver problemas científicos” (PISA, 2008).

Aunque los ítems de ciencias de PISA, no son estrictamente curriculares, los conocimientos científicos conceptuales y procedimentales necesarios para su resolución deben ser enseñados de forma intencionada. Por esta razón es tan importante la experiencia escolar del alumno en relación con las ciencias. (Arregi et al., 2004).

La prueba PISA no se centra en cómo hacer ciencia, ni en cómo crear conocimientos ni en como recordar temas para un examen. Según apuntan Millar y Osborne (1998) “en ciencias, se debería pedir a los estudiantes que fueran capaces de evaluar pruebas factuales, de distinguir entre teorías y observaciones y de valorar el grado de confianza que hay que conceder a las explicaciones proporcionadas”. Estudios internacionales sobre el rendimiento de los alumnos demuestran que hay una estrecha relación entre el placer por aprender ciencias y el rendimiento en ciencias. Según la OCDE (2007a) “los estudiantes que tienen un mayor interés por las ciencias están más dispuestos a realizar el esfuerzo necesario para obtener buenos resultados”.

Para desarrollar correctamente el conocimiento científico, es necesario comprender los elementos característicos, las tablas y los gráficos, entre otros elementos. Además los alumnos deben saber utilizarlos para la resolución de problemas. En ocasiones, por desgracia, hay alumnos que conocen estos elementos, pero no saben utilizarlos en la resolución de problemas, y por ello se pierden una parte importante de la alfabetización o competencia científica. El primer año que se evalúan las ciencias con más detenimiento fue 2006. Según afirma Acevedo (2005), “PISA 2006 pertenece a ese tipo de evaluaciones externas que resultan muy útiles para promover reformas, enfoques e innovaciones de la enseñanza de las ciencias que estén en sintonía con muchos de los resultados conseguidos por la investigación internacional acerca de la educación científica”. Acevedo (2007) añade: “Las conclusiones que se deriven del estudio PISA 2006 podrán contribuir, sin duda, al debate sobre la calidad de la educación en general, y de la educación científica en particular. No obstante, como medida precautoria, tales conclusiones no deberían ser sacralizadas y sí en cambio interpretarse con la debida cautela. Tampoco se debería olvidar que los cambios en los sistemas educativos no se producen como simples respuestas a las reformas educativas que se legislan, sino que dependen de las políticas educativas concretas que las plasman en la realidad”.

El conocimiento científico en PISA 2003 (Arregi et al., 2004) se evalúa a través de tres grandes dimensiones, que son:

➤ **Procesos o destrezas científicas.**

Se refiere a los procesos mentales implicados en resolver un problema científico. Hay cinco procesos científicos que son:

- ✓ Reconocer cuestiones científicamente investigables: Identificar los tipos de preguntas o reconocer una cuestión que sea o pueda ser comprobada.
- ✓ Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica: Se hace para contestar a las preguntas que puedan surgir en una investigación científica.
- ✓ Extraer o evaluar conclusiones: Consiste en relacionar las conclusiones con la evidencia en la que se basan.

- ✓ Comunicar conclusiones válidas: Se evalúa la claridad de la comunicación, más que la conclusión.
- ✓ Demostrar la comprensión de conceptos científicos: Para ello es necesario además de recordar el concepto, usarlo para predecir o dar explicaciones.

Estos procesos están organizados en tres grupos de **competencias**, que son:

- 1.-Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos.
- 2.-Comprensión de la investigación científica.
- 3.-Interpretación de evidencias y conclusiones científicas.

➤ **Conceptos y contenidos científicos.**

Los criterios que se tienen en cuenta para seleccionar los contenidos son:

- ✓ Que aparezcan y se usen en la vida cotidiana.
- ✓ Que se relacionen con la ciencia y perduren en el futuro.
- ✓ Permitan detectar la formación científica del alumnado.
- ✓ Que se puedan usar en procesos científicos. En este estudio, los contenidos que se incluyen en la prueba están relacionados con las asignaturas de Física y Química, y Biología.

PISA selecciona conceptos para la prueba, que pertenecen a 13 temas científicos y pertenecen a varias asignaturas como Física, Química, Biología, Medicina...etc. Estos temas son :

- Estructura y propiedades de la materia
- Cambio atmosférico
- Cambios físicos y químicos

- Transformaciones de la energía
- Fuerzas y movimiento
- Función y forma
- Biología humana
- Cambio fisiológico
- Biodiversidad
- Control genético
- Ecosistemas
- La Tierra y su lugar en el universo
- Cambio geológico

➤ **Contexto científico.**

Son las situaciones en las que se aplican los conocimientos científicos del alumnado. Según apuntan Vilches y Gil (2003):

“El contexto en el que se aplica el conocimiento científico, tan a menudo ausente en las evaluaciones y en la misma enseñanza de las ciencias, pero esencial para que la educación científica contribuya a formar ciudadanas y ciudadanos preparados para participar en la necesaria toma de decisiones frente a la actual situación de emergencia planetaria y contribuir a la construcción de un futuro sostenible”.

Los conocimientos pertenecen a tres áreas (Arregi et al., 2004):

- 1.-Ciencias de la vida y la salud.
- 2.-Las ciencias de la Tierra y el medio ambiente.
- 3.-Las ciencias aplicadas a la tecnología.

En cuanto a las respuestas, tanto de la prueba realizada como de las pruebas PISA, son de elección múltiple o de construcción abierta. Las preguntas se corrigen según unos criterios internacionales, que se han tenido en cuenta a la hora de corregir las preguntas de la prueba que se ha realizado a los alumnos para este estudio. En la prueba PISA, las preguntas de elección múltiple se corrigen automáticamente, mientras que las preguntas de construcción abierta son codificadas por expertos en la materia y tienen puntuaciones intermedias según la riqueza de la respuesta. (Arregi et al., 2004).

La capacidad de los estudiantes para demostrar sus competencias en PISA 2015, depende de tres tipos de conocimiento científico, que son (OCDE, 2015):

**Conocimiento Conceptual:** sobre el contenido de la ciencia (se incluyen sistemas físicos, biológicos y ciencias de la tierra y el espacio).

**Conocimiento Procedimental:** sobre la diversidad de métodos y prácticas que se emplean para establecer el conocimiento científico.

**Conocimiento Epistémico:** sobre la manera en que se justifican y se garantizan las ideas en ciencias y sobre el significado de los términos teoría, hipótesis y observación.

Resulta necesario indicar, que en cada estudio PISA se define un marco teórico, considerando una serie de procesos, áreas, competencias, temas y contextos que varían de una prueba a otra. Además la escala empleada para asignar el nivel de dificultad a cada pregunta de dicha prueba también varía sustancialmente. Así en la prueba PISA 2006 se definen seis niveles de dificultad (van del 1 al 6), mientras que en la prueba PISA 2015 se han definido únicamente tres niveles (alto, medio y bajo). Por eso como los ítems empleados para la realización de la prueba son de distintas pruebas PISA, debido a la variación de los marcos teóricos no se indican sus características, ni tampoco el nivel de dificultad de cada una de las preguntas de la prueba.

### **3.1.2.-ESPAÑA EN LAS PRUEBAS PISA**

PISA pretende describir la realidad, explicarla y proporcionar guías para la acción. En palabras del informe español, pretende “contribuir al mejor conocimiento de los aspectos fundamentales del funcionamiento del sistema educativo, analizar las razones que explican los resultados obtenidos, y, sobre todo, facilitar la adopción de las políticas y las acciones que permitan mejorar el sistema educativo español” (IE, 2007).

Las pruebas PISA han tenido mucho éxito, y prueba de ello es que cada vez son más los países en los que se hacen muestras regionales de la prueba. En España, las regiones deciden si hacer o no muestras representativas. En 2003 las hicieron Castilla León, Cataluña, País Vasco y Andalucía. En 2006 han sido diez las comunidades autónomas que han querido tener sus propios resultados: Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Castilla y León, Cataluña, Galicia, La Rioja, Navarra y País Vasco.

La participación de España está coordinada por el Instituto de Evaluación del Ministerio de Educación y Ciencia, que ha publicado un excelente informe al mismo tiempo que el Informe de la OCDE.

En general en las pruebas PISA, España ha tenido una puntuación mediocre. España tiene puntuaciones que se encuentran entre los países desarrollados, obteniendo puntuaciones que van en la media de la OCDE. Según los resultados del informe PISA 2000 “sabemos que en lo que se refiere a resultados globales la Enseñanza Básica española es aceptablemente eficaz y sumamente eficiente. Es aceptable en eficacia porque los alumnos españoles desarrollan su capacidad cognitiva aproximadamente igual que los alumnos de los otros países de la OCDE”. (Carabaña, 2008). Carabaña (2004), catedrático de sociología, analizó los resultados del informe PISA 2000, obteniendo que:

“Según el informe PISA, los alumnos españoles alcanzan en lectura una nota (en la escala habitual del 1 al 10) de 4,93, en Matemáticas de 4,76 y en Ciencias de 4,91, que hay que los resultados españoles a la media, sino el orden de España entre los 31 países: puesto número 18 en Lectura, 23 en matemáticas, 19 en Ciencias. Pero la proximidad entre los países es tan grande que el orden carece de importancia [...] Lo que en realidad ha mostrado el Informe PISA es que los alumnos de todos los países europeos tienen a los quince años capacidades cognitivas extraordinariamente semejantes, en contraste con la evidente diversidad de los sistemas educativos y la presunta variedad de métodos de enseñanza”.

Los resultados del informe PISA 2006 indican que:

“Los alumnos de Finlandia tienen un rendimiento superior al de los alumnos de todos los demás países. Hay un grupo de países cuyo rendimiento se encuentra por debajo del de Finlandia, pero que aun así alcanzan puntuaciones muy altas, entre 527 y 542 puntos. De los 30 países de la OCDE, 20 alcanzan puntuaciones dentro de los 25 puntos de diferencia con respecto a la media de 500 puntos de la OCDE: este es un grupo de países muy concentrado, cada uno de los cuales tiene un promedio de puntuación similar al de otros países” (PISA, 2008).

España se encuentra entre ese grupo de países muy concentrado. Por lo que no tiene tan malos resultados como la prensa señala. En la misma línea apunta el informe del coordinador español, ya que “El resultado global en Ciencias ha sido en España de 489 puntos, por debajo del promedio OCDE en 2006 (500 puntos), sin diferencia significativa con el total OCDE (491) y por encima del total internacional (461)” (IE, 2007).

La realidad muestra que el proyecto PISA es un gran desconocido entre el profesorado de ciencias, por lo que de esta manera se impide su capacidad para influir en la enseñanza. Estudios realizados por Vilches y Gil (2008) así lo demuestran:

“Realizaron un gran estudio en 2005 para averiguar en qué medida los profesores de Ciencias conocían ejemplos de las pruebas utilizadas por el proyecto PISA, la orientación que tenían y los objetivos que se persiguen en el proyecto. El estudio se realizó entrevistando a profesores de más de cuarenta centros de diversas comunidades (Andalucía, Asturias, Canarias, Cataluña, Comunidad Valenciana, Extremadura, Madrid y País Vasco). Dicho estudio, que se ha repetido en 2008, limitándose esta vez a profesorado de la Comunidad Valenciana, nos ha permitido constatar el prácticamente nulo conocimiento, por parte del profesorado, de los contenidos y las orientaciones de las pruebas utilizadas por el proyecto PISA. Como señalan los entrevistados, no ha llegado documentación a los departamentos de los institutos y ni siquiera se ha informado de las páginas web dedicadas a PISA que incluyen ejemplos de las pruebas y su fundamentación”.

En la Tabla 1 aparecen las puntuaciones medias en ciencias de los países y las comunidades autónomas de España que han participado, correspondientes a la última prueba PISA, de 2012 ya que los resultados de PISA 2015 no saldrán a la luz hasta diciembre de 2016. De los 48 países participantes, España ocupa el lugar 32 en ciencias, con una puntuación media de 496, muy cerca del promedio de la Unión Europea (497) y unos puntos por debajo del promedio de los países de la OCDE (501). En cuanto a algunas de las comunidades autónomas, destaca Castilla y León con una puntuación de 519, por encima del promedio de la Unión Europea, de los países de la OCDE y de la media de España, seguida de Madrid y Asturias (ambas con 517), Navarra (514), Galicia (512), La Rioja (510), País Vasco (508), Aragón (504) y Cantabria (501). Con puntuaciones menores a España se encuentran Cataluña (492), Andalucía (486), Islas Baleares (483), Extremadura (483) y Murcia (476). La lista está encabezada por Japón, Finlandia y Estonia, mientras que los países con peores resultados son Turquía, Chile y Méjico. España entonces ocupa un lugar medio en el ranking de puntuaciones, con un valor similar al de Francia, Dinamarca, Estados Unidos, Noruega, Hungría e Italia.

**Tabla 1.**

Puntuaciones medias en ciencias por países y comunidades autónomas españolas en PISA 2012. Ministerio de educación, cultura y deporte (2013).

<http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

PAÍS	PUNTUACIÓN MEDIA	PAÍS	PUNTUACIÓN MEDIA	PAÍS	PUNTUACIÓN MEDIA
<i>Japón</i>	547	<i>Reino Unido</i>	514	<i>Luxemburgo</i>	491
<i>Finlandia</i>	545	<i>Galicia</i>	<u>512</u>	<i>Portugal</i>	489
<i>Estonia</i>	541	<i>La Rioja</i>	<u>510</u>	<i>Andalucía</i>	<u>486</u>
<i>Corea del Sur</i>	538	<i>República Checa</i>	508	<i>Suecia</i>	485
<i>Polonia</i>	526	<i>Austria</i>	506	<i>Islas Baleares</i>	<u>483</u>
<i>Canadá</i>	525	<i>País Vasco</i>	<u>506</u>	<i>Extremadura</i>	<u>483</u>
<i>Alemania</i>	524	<i>Bélgica</i>	505	<i>Murcia</i>	<u>479</u>
<i>Países Bajos</i>	522	<i>Aragón</i>	<u>504</u>	<i>Islandia</i>	478
<i>Irlanda</i>	522	<i>Cantabria</i>	<u>501</u>	<i>Eslovaquia</i>	471
<i>Australia</i>	521	<i>Francia</i>	499	<i>Israel</i>	470
<i>Castilla y León</i>	<u>519</u>	<i>Dinamarca</i>	498	<i>Grecia</i>	467
<i>Madrid</i>	<u>517</u>	<i>Estados Unidos</i>	497	<i>Turquía</i>	463
<i>Asturias</i>	<u>517</u>	<i>España</i>	<u>496</u>	<i>Chile</i>	445
<i>Nueva Zelanda</i>	516	<i>Noruega</i>	495	<i>Méjico</i>	415
<i>Suiza</i>	515	<i>Hungría</i>	494	<i>Promedio UE</i>	<u>497</u>
<i>Eslovenia</i>	514	<i>Italia</i>	494	<i>Promedio OCDE</i>	<u>501</u>
<i>Navarra</i>	<u>514</u>	<i>Cataluña</i>	<u>492</u>		

### 3.2.-EDUCACIÓN AMBIENTAL

Teitelbaum (1978) definió la Educación Ambiental como:

“La acción educativa permanente por la cual la comunidad educativa tiende a la toma de conciencia de su realidad global, del tipo de relaciones que los hombres establecen entre sí y con la naturaleza, de los problemas derivados de dichas relaciones y sus causas profundas. Ella desarrolla mediante una práctica que vincula al educando con la comunidad, valores y actitudes que promueven un comportamiento dirigido hacia la transformación superadora de esa realidad, tanto en sus aspectos naturales como sociales, desarrollando en el educando las habilidades y aptitudes necesarias para dicha transformación”.

El término Educación Ambiental surge en 1948 durante una reunión de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) realizada en París cuando Thomas Pritchard, director Adjunto de Conservación de la Naturaleza en Gales, sugirió un cambio del término “educación para la conservación”, por la alternativa “Educación Ambiental” de manera que lograra una síntesis del conocimiento de las Ciencias Naturales con el de las Ciencias Sociales. “A principios de la década de los setenta se produjo un escandaloso deterioro de las estructuras físicas que forman la biosfera, lo que obligó a tomar medidas urgentes para frenar el trágico suceso. Entre esas medidas se señala la estrategia educativa, es decir: la encaminada a facilitar conocimientos, actitudes y valores que posibiliten una actuación más racional del hombre sobre su entorno” (Sureda, 1990).

Según aparece en el Libro blanco de la Educación Ambiental (1999): “Desde mediados de los años 70, se han celebrado diversos congresos y conferencias internacionales sobre educación ambiental, entre ellos: el Coloquio Internacional sobre Educación relativa al Medio Ambiente (Belgrado, 1975), la Conferencia Intergubernamental sobre Educación relativa al Medio Ambiente (Tbilisi, 1977), el Congreso Internacional de Educación y Formación sobre Medio Ambiente (Moscú, 1987) y la Conferencia Internacional Medio Ambiente y Sociedad: Educación y Sensibilización para la Sostenibilidad (Tesalónica, 1997).

La mayoría de los planteamientos teóricos y recomendaciones que surgen de estos encuentros siguen teniendo vigencia y no han sido todavía desarrollados en profundidad, habiéndose constatado dificultades importantes para la puesta en práctica de los planes que sugieren”.

Durante siglos, la educación se ha centrado exclusivamente en el mejoramiento del individuo (antropocéntrica). En la segunda mitad del siglo XX, estimulada por la necesidad de responder, al mismo tiempo, a una problemática ecológica que ya se dejaba sentir, nació un movimiento educativo que amplió su campo de acción: la educación ambiental. Sureda y Colom (1989) presentan que: “puede afirmarse que la educación ambiental es consecuencia del cambio de lectura que el hombre empieza a realizar, a fines de la década de los sesenta, del escenario de su vida”.

Además la educación tiene dos retos, según apunta Villaverde (2009) : “por un lado el reto ecológico, que implica contribuir a formar y capacitar no sólo a jóvenes y niños, sino también a los gestores, planificadores y las personas que toman las decisiones, para que orienten sus valores y comportamientos hacia una relación armónica con la naturaleza; por otro, el desafío social que, en un mundo en el que la riqueza está muy injustamente repartida, nos impele a transformar radicalmente las estructuras de gestión y redistribución de los recursos de la Tierra. Ambas cuestiones constituyen verdaderos ejes referenciales al hablar de desarrollo sostenible”.

### **3.2.1.-EDUCACIÓN AMBIENTAL EN ESPAÑA**

El Libro Blanco de la Educación Ambiental en España quiere fomentar la acción pro-ambiental entre individuos y grupos sociales; una acción informada y decidida a favor del entorno realizada en el hogar, la escuela, el trabajo, el ocio y la comunidad.

El libro blanco de la Educación Ambiental (1999) apunta que: “El efecto invernadero, el agujero en la capa de ozono, la desertización, el agotamiento de los recursos, la pobreza, el reparto injusto de la riqueza, la desigualdad en las relaciones entre los pueblos, son sólo algunos de los graves problemas que hacen inviable, para muchas personas, o amenazan, en nuestro caso, el disfrute de una vida digna. La percepción social es que nos enfrentamos a realidades casi incomprensibles y por lo tanto, inmanejables. Sin embargo, estos problemas son resultado de acciones concretas. Un mosaico de pequeñas o grandes acciones de contaminación, de aprovechamiento excesivo o de descuido, de destrucción. Acciones determinadas por los modelos de producción y consumo y por los hábitos de vida, especialmente los de la sociedad occidental. Resolver los problemas ambientales o, mejor aún, prevenirlos implica la necesidad de ir cambiando cada acción, de manera que se modifiquen los efectos de nuestra actividad individual y colectiva, para obtener un nuevo mosaico de fuerzas encaminadas en una dirección distinta: la sostenibilidad” [...]“Actualmente nos encontramos ante un gran problema sistémico: la incompatibilidad entre el sistema económico actual y el equilibrio ecológico., ya que cada productor y cada consumidor se convierten en factores que degradan el planeta. Las sociedades industrializadas son las principales responsables de los grandes problemas ecológicos, degradando el ambiente y agotando sus propios recursos. Algunos de los problemas ecológicos globales son: el cambio climático; la destrucción de la capa de ozono; la escasez de agua; la pérdida de tierra cultivable y la desertización; la destrucción de los bosques y otros ecosistemas; la pérdida de diversidad biológica; la lluvia ácida; la contaminación de los océanos; la acumulación de enormes cantidades de residuos como son elementos radiactivos y tóxicos etc.”

Los objetivos de la educación ambiental son:

- Favorecer el conocimiento de los problemas ambientales, tanto locales como globales.
- Capacitar a las personas para analizar la información de forma crítica.
- Facilitar la comprensión de los procesos ambientales en conexión con los sociales, económicos y culturales.
- Favorecer la adquisición de nuevos valores pro- ambientales y fomentar actitudes críticas y constructivas.

- Apoyar el desarrollo de una ética que promueva la protección del medio ambiente desde una perspectiva de equidad y solidaridad.
- Capacitar a las personas en el análisis de los conflictos socioambientales, en el debate de alternativas y en la toma de decisiones para su resolución.
- Fomentar la participación activa de la sociedad en los asuntos colectivos, potenciando la responsabilidad compartida hacia el entorno.
- Ser un instrumento que favorezca modelos de conducta sostenibles en todos los ámbitos de la vida.

Además para hablar de educación ambiental se deben tener en cuenta una serie de principios básicos:

- Debe implicar a toda la sociedad, generando un sentimiento de responsabilidad compartida sobre el medio.
- Debe tener un enfoque amplio y abierto: debe incluir los aspectos sociales, culturales, económicos y los valores y sentimientos de la población.
- Debe potenciar un pensamiento crítico e innovador: para ello se debe tener acceso a la información ambiental.
- Debe ser coherente y creíble.
- Debe promover cauces participativos y que las personas se impliquen en la resolución de problemas.
- Debe incluirse en todas las iniciativas ambientales, en la política ambiental.
- Tiene que facilitar la coordinación entre gentes y agentes sociales, a nivel local y global.
- Requiere personas, medios y financiación. (Libro Blanco de la Educación Ambiental, 1999).

### 3.3 FENÓMENOS AMBIENTALES EN EL CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA

Los fenómenos ambientales tratados en este estudio forman parte de los contenidos del currículo de Física y Química de 3º de ESO (BOCYL, 2015a) y 1º de Bachillerato (BOCYL, 2015b), según se muestra a continuación.

En 3º ESO, los contenidos que están relacionados son:

Bloque 1: La actividad científica- El informe científico. Análisis de datos organizados en tablas y gráficos. Uno de los estándares de aprendizaje evaluables correspondiente a este bloque indica: Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas.

Bloque 2: Los cambios- La química y el medioambiente: efecto invernadero, lluvia ácida y destrucción de la capa de ozono. Medidas para reducir su impacto. Entre los estándares de aprendizaje evaluables, se encuentran: Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC y otros gases de efecto invernadero relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global. Otro de los estándares establece: propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global. (Se estudian los ítems de la prueba, como el ozono y la lluvia ácida).

Los contenidos de 1º de Bachillerato de Física y Química englobados en el currículo, relacionados de manera directa o indirecta con estos fenómenos ambientales, son:

Bloque 3: Reacciones químicas- Formulación y Nomenclatura de compuestos inorgánicos de acuerdo con las recomendaciones de la IUPAC (ya que es importante que conozcan los gases que se emiten a la atmósfera causantes de la lluvia ácida, como óxidos de nitrógeno y de azufre).

Bloque 4: Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas- La energía en las reacciones químicas. Sistemas termodinámicos. Estado de un sistema. Variables y funciones de estado.

Reacciones de combustión. Reacciones químicas y medio ambiente: efecto invernadero, agujero en la capa de ozono, lluvia ácida. Consecuencias sociales y medioambientales de las reacciones químicas de combustión y otras. Desarrollo y sostenibilidad. Los estándares de aprendizaje evaluables apuntan que el alumno, a partir de distintas fuentes de información, analiza las consecuencias del uso de combustibles fósiles, relacionando las emisiones de CO<sub>2</sub>, con su efecto en la calidad de vida, el efecto invernadero, el calentamiento global, la reducción de los recursos naturales, y otros y propone actitudes sostenibles para minorar estos efectos. (En este bloque se encuentran dos de los ítems de la prueba como son el ozono y la lluvia ácida. Además los combustibles fósiles participan en reacciones de combustión).

Bloque 5: Química del carbono-Compuestos orgánicos. Características generales de las sustancias orgánicas. Clasificación de los compuestos orgánicos. Hidrocarburos, compuestos nitrogenados y oxigenados. Aplicaciones y propiedades de algunas funciones orgánicas y compuestos frecuentes. Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos de carbono. El petróleo y los nuevos materiales. Fracciones del petróleo y derivados petrolíferos más importantes. Aspectos medio ambientales de la química del carbono. Uno de los criterios de evaluación indica: valorar el papel de la química del carbono en nuestras vidas y reconocer la necesidad de adoptar actitudes y medidas medioambientales sostenibles. (Tiene relación directa con los combustibles fósiles, como el petróleo y con los biocombustibles, como el etanol).

## **4.- METODOLOGÍA**

### **4.1.- METODOLOGÍA**

En este estudio se emplea un diseño metodológico cuantitativo, de naturaleza exploratoria y transversal o transeccional. Es transversal porque se ha realizado una prueba a los alumnos, sin un taller posterior, ya que no se tuvo acceso presencialmente a ello. Para analizar los resultados en este estudio exploratorio, se ha empleado una estadística básica basada en el análisis de frecuencias. Sampieri, Collado y Lucio (1996), exponen que “los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes”.

De la misma manera, Dankhe (1976) considera sobre este tipo de estudios que: “Nos sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones (postulados) verificables. Los estudios exploratorios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, por lo general determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el tono de investigaciones posteriores más rigurosas”.

Esta metodología es apropiada para el docente, ya que el uso de la plataforma virtual pone en práctica y desarrolla más si cabe, sus propias competencias. Como futura docente, al principio de este estudio el uso de la plataforma virtual Edmodo, resultó una total incertidumbre, sobre si existía la posibilidad de manejarla correctamente, ya que se desconocía la plataforma. Después de introducir la información y crear la prueba, se reconoce que es una plataforma sencilla de usar, y muy útil para evaluar a los alumnos y realizar actividades que se salgan de la rutina de las sesiones clásicas del aula, bien conocidas por todos.

## 4.2.- MUESTRA

En primer lugar hay que indicar que este estudio no es estadístico, ya que la muestra no contiene un número elevado de alumnos, y además no se ha tomado de forma aleatoria, sino intencionada, ya que como alumna del máster no se ha tenido acceso para realizarlo de otra forma.

Como figura en la Tabla 2, la muestra está formada por 40 alumnos de 3º de ESO y 21 alumnos de 1º de Bachillerato. En cada nivel hay más chicos que chicas. Además los alumnos de 3º de ESO tienen 14 años en su mayoría, mientras que los de 1º de Bachillerato tienen 16 años mayoritariamente. Pertenecen a las clases de 3º A, B, C y 1º de Bachillerato Ciencias. Los alumnos que componen la muestra intencionada pertenecen al centro educativo en el cuál realice el Prácticum del máster, el I.E.S Río Duero de Tudela de Duero (Valladolid) en el cuál observé la problemática mencionada en la introducción.

**Tabla 2.**

Clasificación de los alumnos de 3º de E.S.O y 1º de bachillerato de la muestra en función del sexo y la edad.

NIVEL	SEXO			EDAD				
	H	M	TOTAL	14	15	16	17	TOTAL
<i>3º E.S.O</i>	21	19	40	23	14	3	0	40
<i>1º BACHILLERATO</i>	12	9	21	0	0	12	9	21

El I.E.S Río Duero se ubica en uno de los extremos del pueblo, rodeado de pinares, en las afueras del centro urbano, y muy próximo al conocidísimo Río Duero, al que debe su nombre. Tudela de Duero, que dista unos 16 kilómetros de Valladolid está formada por cerca de 8.000 habitantes. Al instituto acuden 420 alumnos y cerca de 50 docentes. Es importante destacar que el centro recibe alumnos de 10 núcleos de población colindantes y que son: Herrera de Duero, Quintanilla de Onésimo, Traspinedo, Sardón de Duero, La Parrilla, Villabañez, Olivares de Duero, Villavaquerín y Santibañez de Valcorba. Por ello el alumnado es muy heterogéneo y se deben tomar medidas educativas para atender a esta diversidad. El nivel socioeconómico de las familias es medio.

### 4.3.- INSTRUMENTO

El instrumento empleado para realizar el estudio está constituido por la prueba y por la plataforma virtual en la cual se presentó a los alumnos dicha prueba. Para crear la prueba, se han seleccionado cuatro ítems liberados de pruebas PISA, relacionados con problemas ambientales, que tuvieran diferentes elementos explicativos para poder analizar las respuestas. Los ítems elegidos son: cambio climático (prueba piloto de 2005), ozono (PISA 2000), la lluvia ácida (PISA 2006) y Combustibles fósiles (PISA 2015). La prueba consta de 13 preguntas en total. 4 de ellas son de opción múltiple, 7 abiertas y 2 de actitudes u opinión.

En la Tabla 3 aparece la información relativa a cada ítem. Nótese que el ítem de cambio climático está formado por una pregunta, el de ozono por cuatro preguntas, el de la lluvia ácida por cinco y el de combustibles fósiles por tres preguntas.

Es conveniente indicar, que el tipo de conocimiento que aparece en la Tabla 3 para cada pregunta, se ha determinado a partir de las definiciones del marco teórico de la prueba PISA 2015, excepto en las preguntas 3.9 y 3.10 que son de opinión. Además la competencia requerida para cada pregunta, se ha determinado a partir de las tres competencias científicas mencionadas en el marco teórico de este estudio, de la prueba PISA 2015, a excepción de las preguntas 3.9 y 3.10 donde los alumnos muestran su opinión.

**Tabla 3.**

Información de cada ítem seleccionado en la prueba, como número de preguntas que tiene, tema, elementos explicativos, tipo de conocimiento, tipo de respuesta y competencia requerida.

ITEM. PREGUNTA	TEMA	ELEMENTOS EXPLICATIVOS DEL ITEM			CONOCIMIENTO	RESPUESTA/ COMPETENCIA
		Texto	Gráfica	Imagen		
1.1	Cambio climático	X	X		Epistémico	Abierta (Interpretación de evidencias y conclusiones científicas)
2.2	Ozono	X		X	Epistémico	Abierta. (Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos).
2.3	Ozono	X		X (tabla)	Conceptual y procedimental.	Opción Múltiple Compleja. (Interpretación de evidencias y conclusiones científicas.)
2.4	Ozono	X			Epistémico	Abierta. (Interpretación de evidencias y conclusiones científicas.)
2.5	Ozono	X		X (tabla)	Conceptual	Cerrada (Si/No) (Comprensión de la investigación científica)

Tabla 3. Continuación						
ITEM. PREGUNTA	TEMA	ELEMENTOS EXPLICATIVOS DEL ITEM			CONOCIMIENTO	RESPUESTA/ COMPETENCIA
		Texto	Gráfica	Imágen		
3.6	La lluvia ácida	X		X	Conceptual	Abierta. (Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos).
3.7	La lluvia ácida	X		X	Conceptual	Opción Múltiple (Comprensión de la investigación científica)
3.8	La lluvia ácida	X		X	Epistémico.	Abierta. (Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos).
3.9	La lluvia ácida			X (tabla)	X	Opinión (escala de valores tipo Likert). Interés por la ciencia.
3.10	La lluvia ácida			X (tabla)	X	Opinión (escala de valores tipo Likert). Apoyo a la investigación científica.
4.11	Combustible s Fósiles	X		X (esquema )	Conceptual.	Opción Múltiple. (Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos).
4.12	Combustible s Fósiles	X		X (tabla)	Procedimental	Abierta. (Interpretación de evidencias y conclusiones científicas).
4.13	Combustible s Fósiles	X	X		Procedimental	Abierta. (Interpretación de evidencias y conclusiones científicas)

La prueba se implementó a través de la plataforma online Edmodo para que los alumnos la realizaran desde su domicilio porque como estudiante del máster no tuve acceso a que la hicieran presencialmente. López et al. (2012) indican que “Edmodo es una de las herramientas de microblogging que se utiliza en educación para organizar contenidos, asignaciones con una comunicación e interacción constante entre profesores y alumnos”. Por lo tanto es una plataforma virtual tecnológica, social, educativa y gratuita. Se ha usado esta plataforma además con el objetivo de que los alumnos pudieran realizar la prueba que se seleccionó, organizó y cargó en dicha plataforma, individualmente, de forma asincrónica (a cualquier hora del día). De esta forma se facilita mucho a los alumnos la ejecución de esta prueba.

López et al. (2012) señalan que “Los microblogs son una herramienta efectiva para la colaboración entre estudiantes. Pueden, incluso, cambiar las reglas y modelos pedagógicos en función de las necesidades de los alumnos”. Además “Cabe resaltar que el crecimiento de los blogs y microblogs es debido a la usabilidad, colaboración y personalización”, como indican Ebner y Schiefner, (2008). “Por tanto, microblogging es una tecnología 2.0 que permite a los usuarios escribir textos cortos y publicarlos para que sean vistos por otros usuarios” (McFedries, 2007). Por otra parte, según varios estudios, “los microblogs pueden mejorar y promover las actividades de escritura, propiciando actividades motivadoras que mejoran las habilidades de expresión escrita” (Dunlop y Lowenthal, 2009; Kerstin et al., 2009).

Además López et al. (2012) afirman que “La aplicación es bastante intuitiva y organiza los grupos, datos, asignaciones y notas de un modo estructurado (Learning Management System, LMS)”. Entre sus múltiples aplicaciones, que no se han puesto en práctica en este estudio, destacan la comunicación entre los alumnos y los profesores en un entorno cerrado y privado, creado para un uso específico en educación. En esta misma línea, Suárez (2010) apunta que: “El enfoque CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) o aprendizaje colaborativo apoyado por ordenador, estudia aspectos cada vez más heterogéneos de la interacción conjunta entre alumnos mediados tecnológicamente en el proceso de aprendizaje.

“.

Edmodo permite al docente compartir mensajes, archivos, enlaces, calendario de aula, así como proponer tareas, actividades y gestionar los resultados. Fue creada en 2008 en Chicago, por Jeff O'Hara, Nic Borg y Crystal Hutter, con el objetivo de llevar la educación al ambiente del siglo XXI. Actualmente cuenta con más de 5.000.000 usuarios activos. Edmodo permite mantener conectados, no solo a docentes y alumnos, sino también a padres. Respecto al docente tiene numerosas ventajas entre las que destacan el ser una plataforma fácil, segura, interactiva, versátil y gratuita. Lo novedoso de la plataforma es que el profesor asigna insignias a sus alumnos, es decir, premios por el esfuerzo, al mejor comentario, al trabajo mejor elaborado, al más creativo... etc.

La herramienta de forma general permite una comunicación sincrónica y asincrónica, flexibilidad de horarios, aprendizaje colaborativo, construcción del conocimiento constante, dinámica y compartida, roles activos de docentes y alumnos, desarrollo de habilidades interpersonales: comunicación clara, apoyo mutuo y resolución de conflictos.

Empleando esta plataforma virtual, los alumnos muestran y desarrollan las siguientes competencias clave en el Sistema Educativo Español (BOE, 2015): comunicación lingüística (en la lectura del texto de cada pregunta y en la expresión escrita al responder las preguntas con respuesta abierta); Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (en la interpretación de tablas, gráficas y hechos científicos); Competencia digital (es la más relevante, ya que los alumnos deben registrarse en la plataforma virtual con un usuario y contraseña, y deben saber utilizar la plataforma para resolver la prueba); Aprender a aprender (se pretende que el alumno se sienta motivado en la realización de dicha prueba, y sea protagonista de su propio aprendizaje, con el fin de responder correctamente a las preguntas de la prueba); Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (requiere habilidad para trabajar individualmente en la resolución de la prueba fomentando la autonomía del alumno).

El empleo de la plataforma Edmodo para este estudio presenta más ventajas que inconvenientes. Los inconvenientes que presenta son. En primer lugar, no se garantiza que sea el alumno quien realice la prueba, ya que este puede pedir que un familiar o amigo haga la prueba por él. No obstante, esto se sale de un control por mi parte. En segundo lugar, otro inconveniente, que se convierte en ventaja, es que el alumno tiene acceso a información online, pudiendo buscar la respuesta vía web, pero por otro lado, al buscar información se está dando de forma indirecta un proceso de enseñanza/aprendizaje, muy útil para el alumno. En tercer lugar, la falta de seguridad en la red podría ser un problema, pero con Edmodo no lo es, porque “se garantiza bastante la seguridad pues se requiere una clave para entrar al grupo privado que crea el docente” (López et al., 2013). Por último, otro inconveniente importante que influye en el docente es la dedicación que requiere esta plataforma virtual, y el tiempo extra que supone a su jornada laboral.

Hay más inconvenientes pero menos relevantes, como: problemas técnicos derivados del uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), así como la aplicación de Edmodo en móviles lo que facilitaría en gran medida la realización de la prueba.

Una vez seleccionados los ítems relacionados con problemas ambientales y que tuvieran diferentes elementos explicativos, el proceso de creación de la prueba fue el siguiente:

Primero el docente se tuvo que registrar en Edmodo. A continuación se creó un grupo de cada clase, cada uno con un código diferente, que se facilitó a los alumnos. Después se escribió un mensaje de bienvenida para los alumnos, así como las instrucciones para responder a las preguntas. Se fueron cargando los archivos con la información de las preguntas, una por una y se iban escribiendo estas en los recuadros apropiados. En este estudio, no se pretendía limitar el tiempo para que los alumnos realizaran la prueba, pero como la plataforma obligaba a ponerlo, se puso el máximo tiempo posible, para contestar cada pregunta (60 minutos). También se pedía a los alumnos información, como el nombre y apellidos y la edad. Para animar a los alumnos a que realizaran la prueba, la profesora de Física y Química de dichas clases (y tutora del Prácticum), lo tenía en cuenta como positivo en la asignatura. Los alumnos disponían de ocho días naturales para realizar la prueba. Fuera del plazo, la plataforma no permitía la realización de la misma.

Transcurrido este tiempo, se fueron volcando los resultados de los alumnos, separándolos en respuestas de preguntas de opción múltiple y abierta.

Por último, las preguntas se fueron corrigiendo a partir de los criterios de corrección marcados por las pruebas PISA, y se procedió a su análisis. La prueba mostrada a los alumnos, así como los criterios de corrección aparecen en los Anexos 1 y 2 respectivamente, del presente documento.

## **5.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

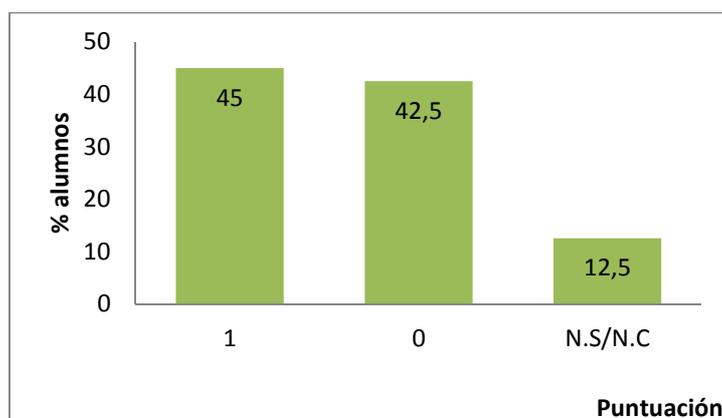
A continuación se muestran los resultados de los alumnos de la prueba realizada. Como se ha comentado anteriormente, la prueba consta de 13 preguntas: 4 de opción múltiple, 2 de actitudes u opinión y 7 de respuesta abierta. Los resultados se muestran de forma variada: en diagrama de sectores con porcentajes de alumnos que han elegido cada opción (en las respuestas de opción múltiple), en forma de tabla con porcentajes de alumnos que eligen los diferentes grados de actitud y el promedio en la escala de tipo Likert (en las respuestas de actitudes u opinión) y en forma de diagramas de barras con porcentajes de alumnos que han obtenido las distintas calificaciones posibles para cada pregunta (en las respuestas abiertas). En cada pregunta aparece el diagrama o la tabla correspondiente a 3º de ESO y 1º de Bachillerato. Los resultados se muestran ítem por ítem, siguiendo el orden de las preguntas realizadas en la prueba. En cada pregunta aparecen los resultados comentados, una discusión sobre ellos y a continuación los diagramas o tablas pertinentes. Al final de cada ítem, aparece un comentario global del mismo.

### ITEM 1 PREGUNTA 1

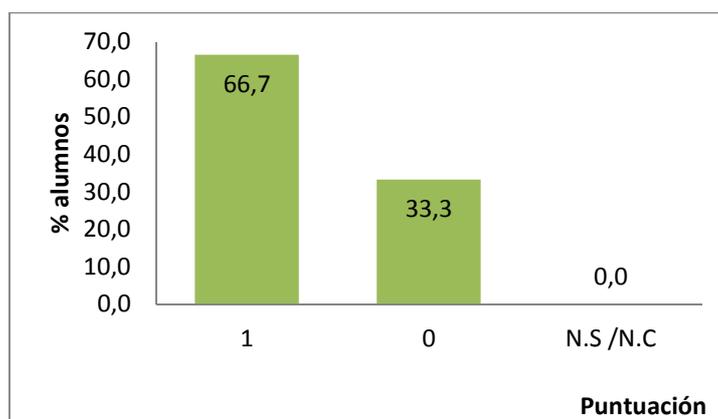
La pregunta 1.1 pertenece al ítem cambio climático, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos construir un argumento que apoye la reducción de la emisión de dióxido de carbono por las actividades humanas. La pregunta además de texto, tiene como elemento representativo un gráfico de barras en el que aparece la importancia relativa de los principales causantes del cambio de temperatura en la atmósfera.

En las Figuras 1 y 2, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 1.1 respectivamente. En la Figura 1, se observa que prácticamente el mismo porcentaje de alumnos contestan de forma correcta e incorrecta a la pregunta (45% frente al 42,5%) en 3º de ESO. Sin embargo, en la Figura 2 se aprecia que dos tercios de los alumnos de 1º de Bachillerato contestan correctamente (66,7%) y un tercio de forma incorrecta (33,3%). Además un 12,5% de los alumnos de 3º no saben o no contestan, mientras que todos los alumnos de 1º responden a la pregunta. Estos datos muestran que un mayor porcentaje de los alumnos de 1º han respondido correctamente a la pregunta, mientras que los de 3º no tenían muy claro cuál era la respuesta correcta, a pesar de que el 45% responden correctamente.

En las respuestas a esta pregunta, se aprecia una confusión común de varios alumnos de 3º de ESO, que presentan que el aumento del CO<sub>2</sub> es el causante de que la capa de ozono se destruya, lo que es incorrecto, ya que un aumento en la concentración de este gas general calentamiento global.



**Figura 1.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 1.1



**Figura 2.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 1.1

Se puede decir que casi la mitad de los alumnos de 3º responden correctamente a la pregunta, mientras que el porcentaje aumenta para los estudiantes de 1º a dos tercios de los alumnos. Hay participación absoluta por parte de los alumnos de 1º.

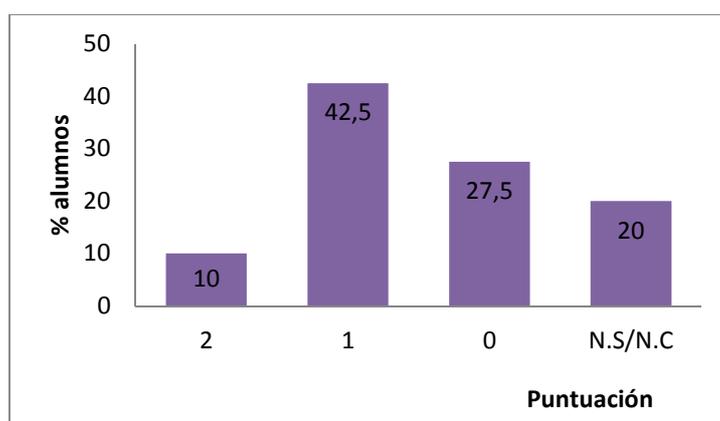
#### ITEM 2 PREGUNTA 2

La pregunta 2.2 pertenece al ítem ozono, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos escribir una explicación de una tira cómica para un familiar. La tira trata de la formación del ozono, a partir de moléculas de oxígeno en presencia del sol, y utilizando los conceptos de átomo y molécula adecuadamente. Las puntuaciones posibles pueden ser 2 puntos (puntuación máxima), 1 punto (puntuación media) y 0 puntos (puntuación mínima). La pregunta además de texto, tiene como elemento representativo una tira cómica con hombrecillos donde cada uno de ellos representa un átomo de oxígeno.

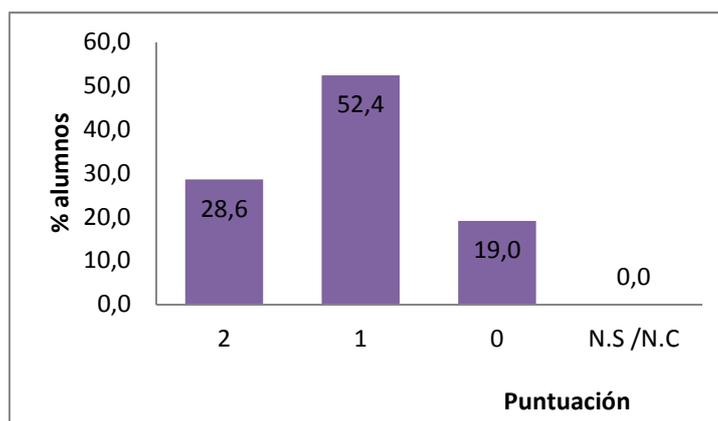
En las Figuras 3 y 4, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 2.2 respectivamente. En la Figura 3, se observa que solamente un 10% obtienen la máxima puntuación (2 puntos), el 42,5% obtienen la puntuación intermedia (1 punto), casi un tercio de los alumnos (27,5%) contestan de forma incorrecta mientras que un 20% no sabe o no contesta. En la Figura 4, los porcentajes de alumnos que obtienen 2 y 1 punto, aumenta ligeramente con respecto a los alumnos de 3º de ESO (28,6% y 52,4%), responden incorrectamente menos alumnos (19%) y todos responden a la pregunta.

Al comparar las dos figuras se observa que un buen porcentaje de los alumnos de 1º obtiene puntuación (2 o 1 punto), mientras que este porcentaje se reduce considerablemente en el caso de los alumnos de 3º. (81% frente a 52,5%). Sin embargo son mucho más altos los porcentajes de alumnos que obtienen 1 punto, que los de 2 puntos. Al igual que ocurre en la pregunta anterior todos los alumnos de 1º responden mientras que un 20% de los de 3º no lo hace.

En cuanto a los resultados de esta pregunta, bastantes alumnos de 3º de ESO y de 1º de Bachillerato utilizan correctamente los conceptos de átomo y molécula, pero muchos de ellos no saben la influencia que tiene el sol en la primera imagen de la tira cómica (el sol disocia en átomos las moléculas de oxígeno) por lo que obtienen una puntuación intermedia. Por esta razón los porcentajes de alumnos que obtienen un punto son muy superiores a los que obtienen dos puntos.



**Figura 3.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 2.2



**Figura 4.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 2.2.

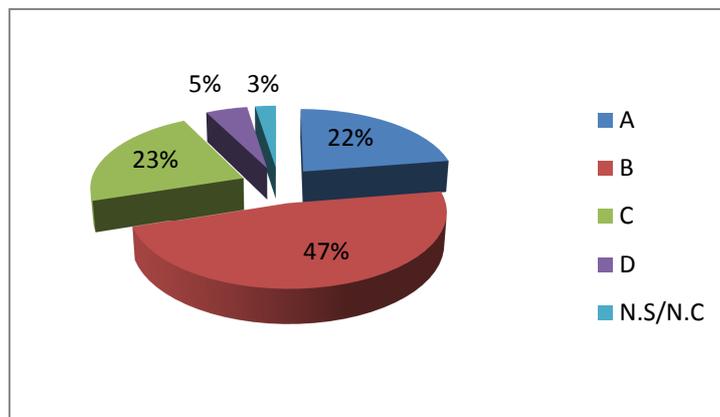
### ITEM 2 PREGUNTA 3

La pregunta 2.3 pertenece al ítem ozono y es de elección múltiple compleja. En ella se pedía a los alumnos elegir una opción entre cuatro, sobre si el ozono que se forma durante las tormentas eléctricas es “ozono malo” y “ozono bueno” y cuál es su explicación. Como elementos la pregunta presenta un fragmento de artículo de la capa de ozono, y además una tabla en la que se encuentran las cuatro posibles opciones. La respuesta correcta es la B, que indica que el ozono es malo y la explicación es que se forma en la troposfera.

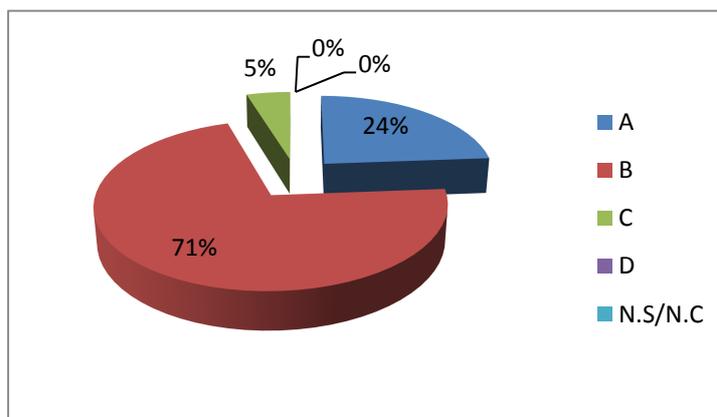
En las Figuras 5 y 6 aparecen los porcentajes de los alumnos que han elegido cada opción de la pregunta 2.3, de 3º de ESO y 1º de Bachillerato respectivamente. A la vista de los diagramas, en la Figura 1, casi la mitad de los alumnos (47%) eligen la opción correcta, mientras que en la Figura 2 esta cifra asciende notablemente al 71%. En la Figura 1 prácticamente el mismo porcentaje de alumnos se decanta por las respuestas A (ozono malo que se forma cuando hace mal tiempo) y C (ozono bueno que se forma en la estratosfera) (22 % y 23%), mientras que los alumnos de 1º de Bachillerato (Figura 2) eligen la opción A un 24 % y la opción C solo un 5%. Por último indicar que hay un 3% de los alumnos de 3º de ESO que no saben o no contestan a la pregunta, mientras que en 1º todos responden.

Estos resultados indican en primer lugar, que un gran porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato han contestado bien a la pregunta (71 %), y se diferencia mucho del porcentaje de los de 3º de ESO (47%).

Por otro lado, entre los que no han contestado bien, en 3º de ESO, se aprecia que los alumnos no tienen claro si se trata de “ozono bueno” o de “ozono malo”, ni cuál es la explicación correcta (Igual porcentaje de las preguntas A y C). Por su parte entre los alumnos de 1º que no contestan bien la pregunta, la mayoría se decanta por la opción A (tienen claro que es “ozono malo” pero no cuál es la explicación correcta). Todos los alumnos de 1º responden (al igual que en las preguntas anteriores) mientras que un 3% de los alumnos de 3º de ESO no saben o no contestan, pero no se trata de un dato significativo.



**Figura 5.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O que responden cada opción de la pregunta 2.3.



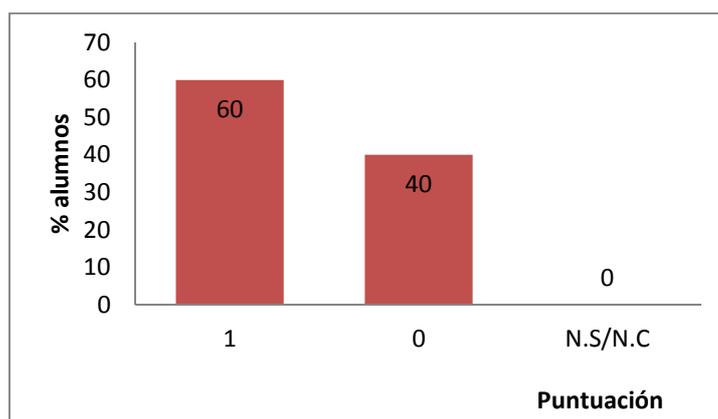
**Figura 6.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato que responden cada opción de la pregunta 2.3

#### ITEM 2 PREGUNTA 4

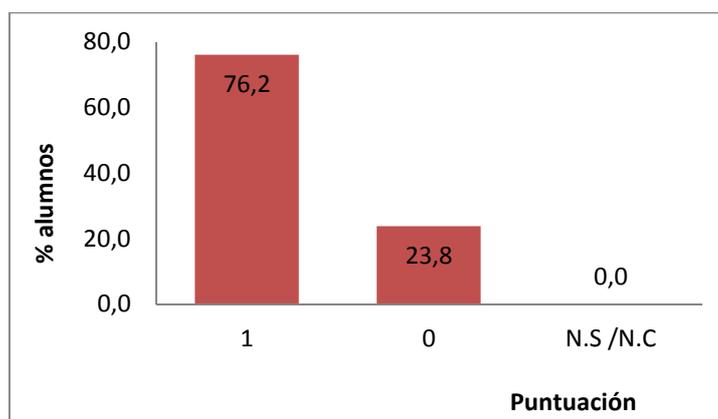
La pregunta 2.4 pertenece al ítem ozono, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos nombrar una enfermedad específica, provocada por la incidencia de los rayos ultravioleta del sol, a la que los seres humanos serían sensibles, sin la capa beneficiosa de ozono

En las Figuras 7 y 8, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 2.4 respectivamente. En la Figura 7, se observa que un gran porcentaje de los alumnos (60%) obtienen la máxima puntuación (1 punto), mientras que en la Figura 8, el porcentaje aumenta (76,2%). En cuanto a los alumnos que responden de forma incorrecta es el 40% en la Figura 7 (3º ESO) y el 23,8% en la Figura 8 (1º de Bachillerato).

Al comparar ambas figuras, y como viene pasando anteriormente responden correctamente a esta pregunta de forma significativa más alumnos de 1º que de 3º, pero además llama la atención que todos alumnos que conforman la muestra del estudio responden esta pregunta.



**Figura 7.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 2.4



**Figura 8.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 2.4

#### ITEM 2 PREGUNTA 5

La pregunta 2.5 pertenece al ítem ozono y es de variable dicotómica (Si/No). En ella se pedía a los alumnos que contestarán Si o No sobre si se puede responder mediante la investigación científica a dos aspectos que se trataron en la reunión internacional en Montreal que se menciona en el texto.

Estos aspectos son:

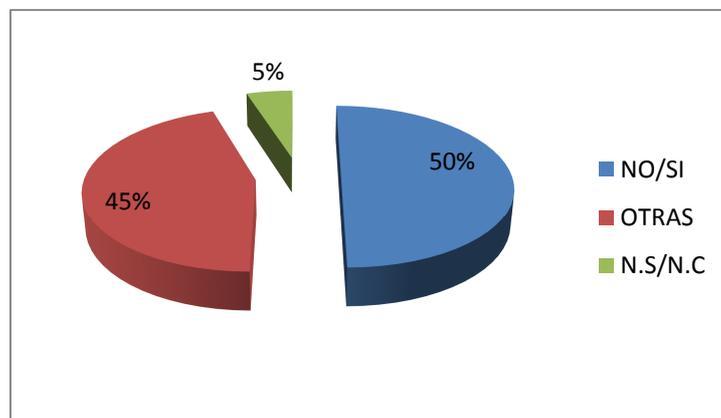
- ¿Las incertidumbres científicas acerca de la influencia de los CFC (clorofluorocarbonos) en la capa de ozono, deberían ser una razón para que los gobiernos no tomen medidas de actuación?

- ¿Cuál será la concentración de CFC en la atmósfera en el año 2002 si la liberación de CFC en la atmósfera continúa en la misma proporción que hasta ahora?.

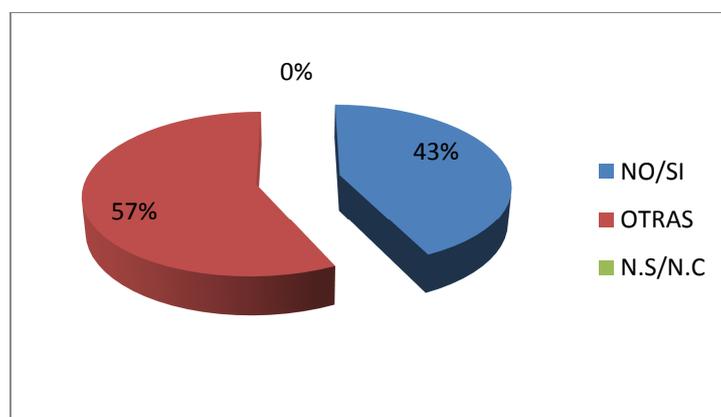
El elemento que tiene esta pregunta, además de texto es una tabla. La respuesta correcta es en el primer aspecto No y en el segundo Sí.

En las Figuras 9 y 10 aparecen los porcentajes de los alumnos de 3º ESO y 1º de Bachillerato que han elegido cada opción de la pregunta 2.5. En la Figura 9 se aprecia como la mitad de los alumnos contestan correctamente (50%), mientras que en la Figura 10 lo hacen el 43%. Los alumnos que contestan de forma incorrecta representan el 45% en 3º y el 57% en 1º. Todos los alumnos de 1º contestan la pregunta mientras que un 5% de los de 3º no lo hace, pero no es un dato significativo.

Concluyendo, es la primera vez que ocurre que más alumnos de 3º que de 1º responden correctamente a la pregunta aunque las diferencias no son muy notables (50% frente al 43%).



**Figura 9.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O que responden cada opción de la pregunta 2.5.



**Figura 10.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato que responden cada opción de la pregunta 2.5.

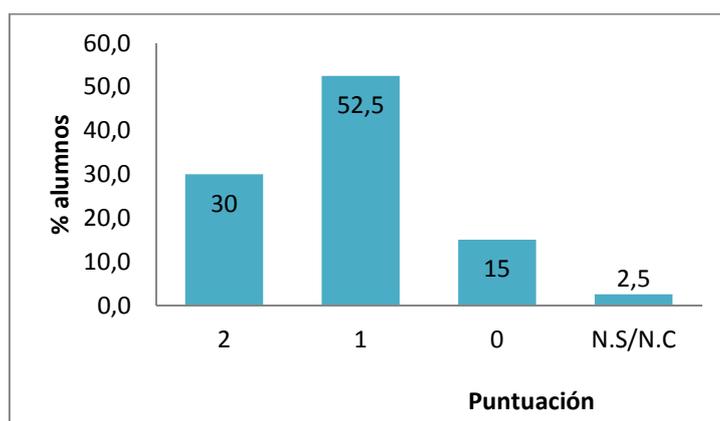
Referente al ítem de ozono se puede decir que más alumnos de 1º que de 3º contestan de forma significativa correctamente a las preguntas relacionadas con el ozono, lo cual indica que se cumple lo esperado, es decir, los alumnos de 1º tienen más conocimiento acerca de la capa de ozono que los de 3º. Esto ocurre en todas las preguntas excepto en la última en la que los porcentajes de ambos niveles son similares y rondan el 50% de aciertos. En esta pregunta tenían que indicar si se puede responder mediante la investigación científica a dos preguntas relacionadas con los CFC (clorofluorocarbonos). Una explicación lógica a este descenso del porcentaje de alumnos de 1º, puede ser que dichos alumnos no se hayan percatado del significado de las siglas (CFC) que aparece en el texto inicial, y hayan respondido sin entender las preguntas, al azar. A pesar de la caída en los porcentajes, todos los alumnos de 1º responden a las preguntas.

### ITEM 3 PREGUNTA 6

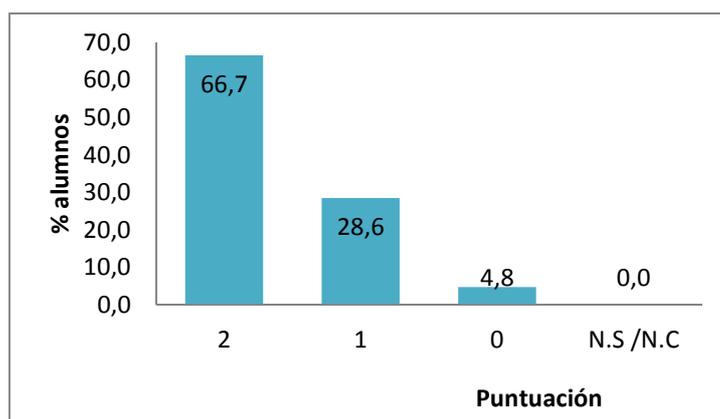
La pregunta 3.6 pertenece al ítem la lluvia ácida, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos escribir de dónde proceden los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire, que son gases y la lluvia absorbe produciéndose de esta forma la lluvia ácida. Las puntuaciones posibles pueden ser 2 puntos (puntuación máxima), 1 punto (puntuación media) y 0 puntos (puntuación mínima). La pregunta además de texto, muestra una imagen de las Cariátides (estatuas de la Acrópolis de Atenas de mármol).

En las Figuras 11 y 12, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 3.6 respectivamente. En la Figura 11, se observa que el 30% de los alumnos obtienen la máxima puntuación (2 puntos) mientras que en la Figura 12 el porcentaje asciende muy significativamente a 66,7%. Además el 52,5% de los alumnos de 3º obtienen una puntuación media (1 punto) mientras que en el caso de 1º es el 28,6%. Asimismo, el 15% de los alumnos de 3º contestan de forma incorrecta y en el caso de los alumnos de 1º lo hace el 4,8%. Una vez más, todos los alumnos de 1º responden a la pregunta, pero un pequeño porcentaje de los de 3º no (2,5%).

A la vista de los resultados se concluye, que obtienen mayor puntuación los alumnos de 1º que los de 3º. Concretamente obtienen alguna puntuación (2 y 1 punto) el 82,5% de los alumnos de 3º y el 95,3% de los alumnos de 1º. Los alumnos que responden de forma incorrecta representan el 15% en 3º y solo el 4,8% en 1º. Por último todos los alumnos de 1º responden y únicamente el 2,5% de los de 3º no, pero este dato no es significativo.



**Figura 11.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 3.6



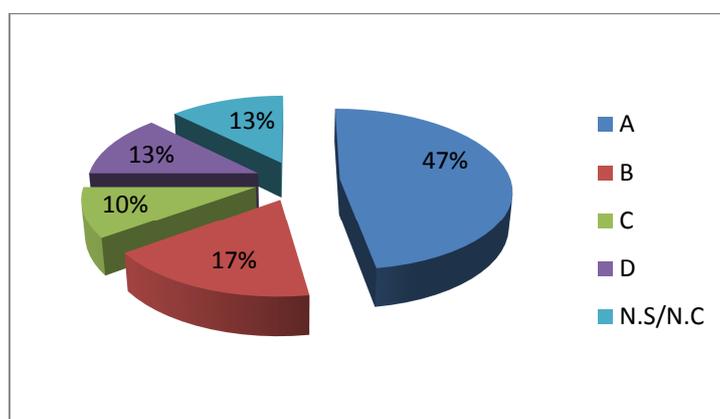
**Figura 12.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 3.6

### ITEM 3 PREGUNTA 7

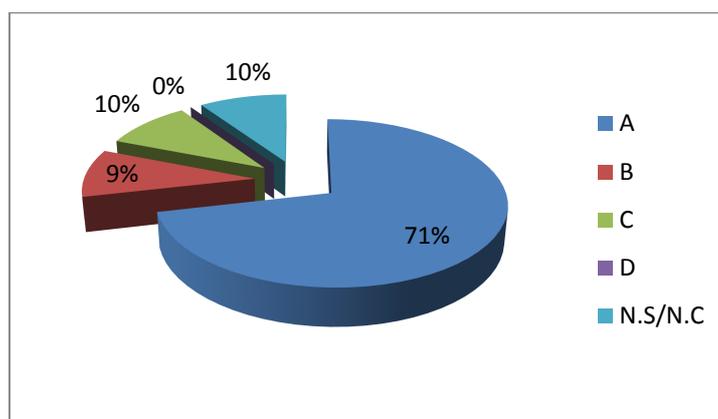
En las Figuras 13 y 14 aparecen los porcentajes de los alumnos que han elegido cada opción de la pregunta 3.7, de 3º de ESO y 1º de Bachillerato respectivamente. La pregunta pertenece al ítem de la lluvia ácida y es de opción múltiple. En ella se pide a los alumnos elegir una opción sobre cuál será la masa de una astilla de mármol seca si inicialmente tiene una masa de 2 gramos, y se la sumerge en vinagre durante toda la noche. La respuesta correcta es la A que hace referencia a que masa será masa menor de 2 gramos.

En la Figura 13 se observa que casi la mitad de los alumnos (47%) eligen la opción correcta, que es la A, mientras que en la Figura 14 este porcentaje aumenta notablemente hasta el 71%. El resto de alumnos de 3º eligen las otras posibles respuestas con porcentajes similares (B-17%, C-10%, D-13%) y los de 1º también excepto la opción D (más de 2,4 gramos) que no es elegida por ningún alumno (B-9%, C-10%). En este caso llama la atención que los porcentajes de alumnos que no responden la pregunta son similares para ambos grupos (13% en 3º y 10% en 1º).

A la vista de los resultados, y de forma significativa, más alumnos de 1º que de 3º responden correctamente esta pregunta. El resto de alumnos en el caso de 3º no tienen clara la opción correcta, pero en 1º ninguno elige la opción D (más de 2,4 gramos). Merece la pena destacar que un similar porcentaje de alumnos en los dos niveles no responden la pregunta.



**Figura 13.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O que responden cada opción de la pregunta 3.7



**Figura 14.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato que responden cada opción de la pregunta 3.7

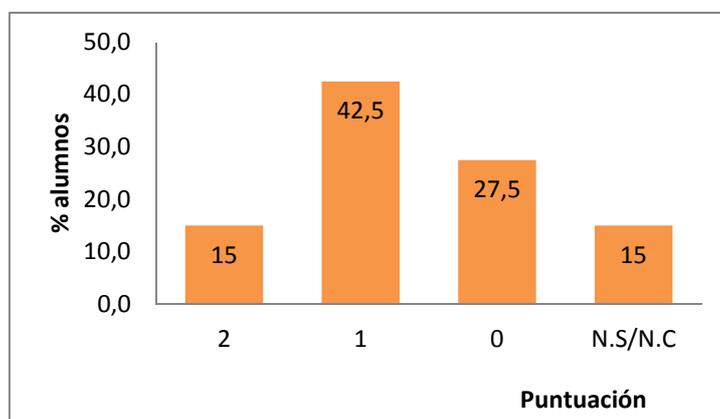
### ITEM 3 PREGUNTA 8

La pregunta 3.8 pertenece al ítem la lluvia ácida, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos explicar por qué los alumnos que llevaron a cabo un experimento pusieron astillas de mármol en agua destilada durante toda la noche. Las posibles puntuaciones son 2 puntos (puntuación máxima), 1 punto (puntuación media) y 0 puntos (puntuación mínima).

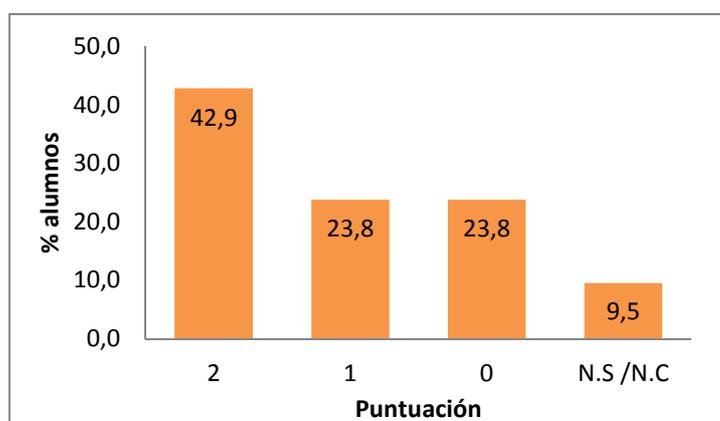
En las Figuras 15 y 16, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 3.8 respectivamente. En la Figura 15, se observa que el 15% de los alumnos obtienen la máxima puntuación (2 puntos) mientras que en la Figura 16 el porcentaje asciende considerablemente al 42,9%. Además el 42,5% de los alumnos de 3º obtienen una puntuación media (1 punto) frente al 23,8% de los alumnos de 1º. El número de alumnos que responden de forma incorrecta es muy similar en ambos grupos (27,5% en 3º y 23,8% en 1º). Por último indicar que el 15% de los alumnos de 3º y el 9,5% de 1º no responden

A la vista de los resultados se concluye indicando que un mayor número de alumnos de 1º que de 3º obtienen alguna puntuación (2 puntos o 1 punto) de forma global (57,5% en 3º y 66,7%), aunque la diferencia no es muy notable. En los alumnos de 3º es mayor el porcentaje que obtiene puntuación media (1 punto), mientras que en los alumnos de 1º es mayor el porcentaje que tienen la puntuación máxima (2 puntos). Los resultados de los alumnos que responden incorrectamente o no responden no son relevantes.

En las respuestas a esta pregunta, varios alumnos de 3º creen que el agua se emplea para limpiar en mármol, y otros cuantos piensan que el mármol absorbe agua lo que pone en evidencia la falta de conocimientos de física y química que tienen.



**Figura 15.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 3.8



**Figura 16.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 3.8

### ITEM 3 PREGUNTA 9

En la Tabla 4 aparecen reflejados los porcentajes de alumnos que responden las opciones de la pregunta 3.9 y el valor promedio. Esta pregunta es del ítem la lluvia ácida y de actitud u opinión. Los alumnos tienen que elegir en una escala de tipo Likert con cuatro opciones (para evitar la tendencia central o extrema de las respuestas) (desde 1: Me interesa mucho hasta 4: No me interesa) el interés por la ciencia acerca de tres aspectos relacionados con la lluvia ácida.

- a) Saber qué actividades humanas son las que más contribuyen a la producción de lluvia ácida.
- b) Conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan la lluvia ácida.
- c) Entender los métodos utilizados para reparar edificios que han sido dañados por la lluvia ácida.

Los alumnos de 3º muestran ligeramente más interés que los de 1º por conocer las actividades humanas causantes de la lluvia ácida (el promedio de 3º es 1,5 y el de 1º es 1,6). Esto se corresponde en la Tabla 4 con que al 80% de los alumnos de 3º les interesa mucho o a medias el aspecto a) frente al 71,4% de los alumnos de 1º.

De la misma forma, los alumnos de 3º muestran ligeramente más interés que los de 1º por conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases (el promedio de 3º es 1,6 y el de 1º es 1,7). Se corresponde en la Tabla 4, con que al 67,5% de los alumnos de 3º les interesa mucho o a medias el aspecto b) frente al 57,2% de los alumnos de 1º.

En el último aspecto, el interés de los alumnos de ambos grupos se invierte. En este caso, los alumnos de 1º muestran de forma significativa más interés que los de 3º por entender los métodos utilizados para reparar edificios dañados por la lluvia ácida (el promedio de 1º es 1,6 y el de 3º es 2,1). Se corresponde en la Tabla 4, con que al 66,6% de los alumnos de 1º les interesa mucho o a medias el aspecto c) frente al 66,6% de los alumnos de 3º.

Cabe destacar que curiosamente el porcentaje de alumnos de 1º que no contesta coincide en los tres apartados (14,3%), pero para los alumnos de 3º coincide en los apartados a y b (10%) y no en el c (12,5%). Estos datos son espurios o extraños, y su explicación puede ser a que los alumnos carezcan de criterio para valorar o carecen de motivación para realizar la prueba.

De forma global se concluye que los alumnos de ambos niveles muestran interés por la ciencia, pero el interés mostrado es ligeramente mayor en los alumnos de 1º de Bachillerato. Además mientras estos alumnos se interesan por entender los métodos para recuperar edificios dañados (consecuencia de la lluvia ácida), los alumnos de 3º muestran más interés por saber las actividades humanas y conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases (reducir las causas que producen lluvia ácida).

**Tabla 4.**

Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O y 1º de Bachillerato que responden cada opción de la pregunta 3.9 y promedio.

	Niveles	Escala Likert					PROMEDIO
		1: Me interesa mucho	2: Me interesa a medias	3: Me interesa poco	4: No me interesa	N.C	
<i>a) Saber qué actividades humanas son las que más contribuyen a la producción de lluvia ácida.</i>	3º E.S.O	<u>47,5%</u>	<u>32,5%</u>	2,5%	7,5%	10%	<u>1,5</u>
	1º BACH	<u>33,3%</u>	<u>38,1%</u>	4,8%	9,5%	14,3%	<u>1,6</u>
<i>b) Conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan la lluvia ácida.</i>	3º E.S.O	<u>50%</u>	<u>17,5%</u>	12,5%	10%	10%	<u>1,6</u>
	1º BACH	<u>42,9%</u>	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	<u>1,7</u>
<i>c) Entender los métodos utilizados para reparar edificios que han sido dañados por la lluvia ácida.</i>	3º E.S.O	15%	<u>32,5%</u>	<u>32,5%</u>	7,5%	12,5%	<u>2,1</u>
	1º BACH	<u>33,3%</u>	<u>33,3%</u>	19%	0%	14,3%	<u>1,6</u>

N.C: No contestan

### ITEM 3 PREGUNTA 10

En la Tabla 5 aparecen reflejados los porcentajes de alumnos que responden las opciones de la pregunta 3.10 y el valor promedio. Esta pregunta es del ítem la lluvia ácida y de actitud u opinión. Los alumnos tienen que elegir en una escala de tipo Likert con cuatro opciones (para evitar la tendencia central o extrema de las respuestas) (desde 1: Totalmente de acuerdo hasta 4: Totalmente en desacuerdo) el apoyo que presentan a la investigación científica acerca de dos aspectos relacionados con la lluvia ácida.

- a) La conservación de las ruinas antiguas debería basarse en estudios científicos sobre las causas del daño.
- b) Las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida deberían estar basadas en investigaciones científicas.

En este caso, tanto para la conservación de las ruinas antiguas como para las afirmaciones de las causas de la lluvia ácida, los alumnos de 1º están más de acuerdo que los de 3º (el promedio de 1º es 1,4 y el de 3º es 1,8 para la conservación de ruinas antiguas; el promedio de 1º es 1 y el de 3º es 1,4 para las afirmaciones de las causas). Se corresponde en la Tabla 5, con que el 85,7% de los alumnos de 1º están totalmente de acuerdo o de acuerdo con el aspecto a) frente al 75% de los alumnos de 3º. Además el 81% de los alumnos de 1º están totalmente de acuerdo o de acuerdo con el aspecto b) frente al 77,5% de los alumnos de 3º. Los porcentajes de los alumnos que no contestan es similar en ambos grupos (10% en 3º y 14,3% en 1º).

De forma global se concluye que aunque todos los alumnos que conforman la muestra apoyan a la investigación científica, aunque los alumnos de 1º muestran considerablemente más apoyo que los alumnos de 3º. Esto se cumple tanto en la conservación de ruinas antiguas como en las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida.

**Tabla 5.**

Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O y 1º de Bachillerato que responden cada opción de la pregunta 3.10 y promedio.

	Niveles	Escala Likert					PROMEDIO
		1: Totalmente de acuerdo	2: De acuerdo	3: En desacuerdo	4: Totalmente en desacuerdo	N.C	
a) La conservación de las ruinas antiguas debería basarse en estudios científicos sobre las causas del daño.	3º E.S.O	<u>20%</u>	<u>55%</u>	12,5%	2,5%	10%	<u>1,8</u>
	1º BACH	<u>28,6%</u>	<u>57,1%</u>	0%	0%	14,3%	<u>1,4</u>
b) Las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida deberían estar basadas en investigaciones científicas.	3º E.S.O	<u>55%</u>	<u>22,5%</u>	7,5%	5%	10%	<u>1,4</u>
	1º BACH	<u>76,2%</u>	<u>4,8%</u>	4,8%	0%	14,3%	<u>1</u>

N.C: No contestan

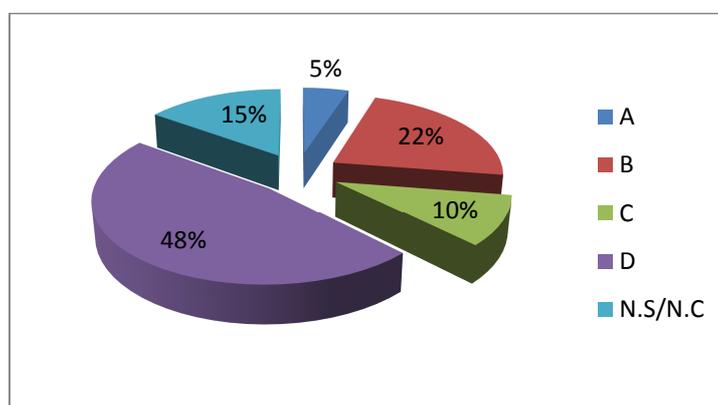
En cuanto al ítem de la lluvia ácida más alumnos de 1º que de 3º responden correctamente, a las preguntas, aunque hay menor diferencia de porcentajes en la pregunta del experimento de sumergir astillas de mármol en agua destilada, dado su nivel de dificultad. Aunque todos los alumnos que forman la muestra de estudio manifiestan interés por la ciencia y apoyo a la investigación científica, lo demuestran de forma más señalada los alumnos de 1º de Bachillerato de ciencias, como cabría esperar.

#### ITEM 4 PREGUNTA 11

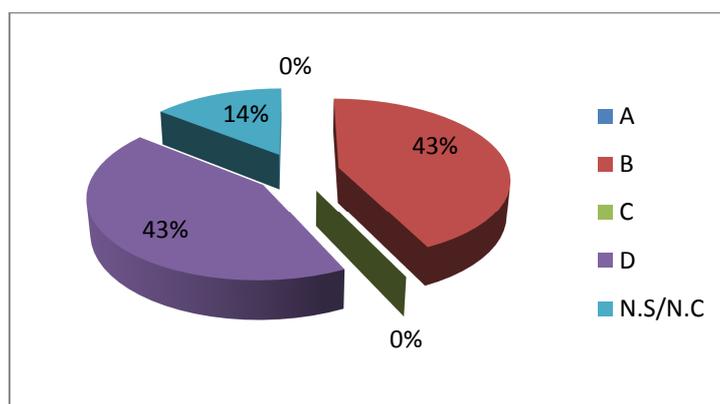
En las Figuras 17 y 18 aparecen los porcentajes de los alumnos que han elegido cada opción de la pregunta 4.11, de 3º de ESO y 1º de Bachillerato respectivamente. La pregunta pertenece al ítem de combustibles fósiles y es de opción múltiple. En ella se pide a los alumnos elegir una opción sobre qué enunciado explica mejor por qué el uso de biocombustibles no tiene el mismo efecto en los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub> que el de los combustibles fósiles. La pregunta además de texto tiene como elemento representativo un esquema. La respuesta correcta es la B que hace referencia a que las plantas utilizadas para los biocombustibles absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera a medida que crecen.

En la Figura 17 se observa que sólo el 22% de los alumnos responden adecuadamente, mientras que en la Figura 18 este porcentaje aumenta hasta el 43%. Destaca que el 48% de los alumnos de 3º eligen la respuesta errónea D (el CO<sub>2</sub> emitido por las centrales eléctricas que utilizan biocombustibles tiene propiedades químicas diferentes que el CO<sub>2</sub> emitido por centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles), como el 43 % de los alumnos de 1º. Respecto al resto de opciones, no destaca ningún dato, salvo que ningún alumno de 1º elige la respuesta C (cuando se queman, los biocombustibles toman CO<sub>2</sub> de la atmósfera). Por último indicar que como pasa en la mayoría de preguntas, todos los alumnos de 1º responden la pregunta pero un 15% de los alumnos de 3º no.

Como conclusión destaca que más alumnos de 1º responden correctamente y en ambos niveles hay una tendencia errónea a elegir la opción D ya que piensan que los CO<sub>2</sub> emitidos por las centrales eléctricas que utilizan biocombustibles y combustibles fósiles, tienen propiedades químicas diferentes, y no es correcto, ya que el CO<sub>2</sub> emitido tiene las mismas propiedades químicas.



**Figura 17.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O que responden cada opción de la pregunta 4.11



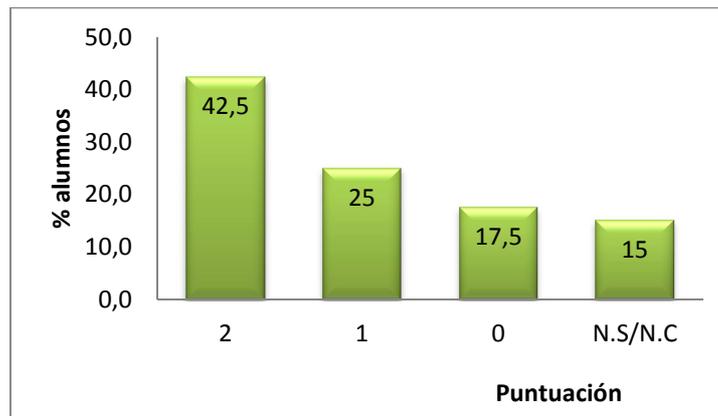
**Figura 18.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato que responden cada opción de la pregunta 4.11

#### ITEM 4 PREGUNTA 12

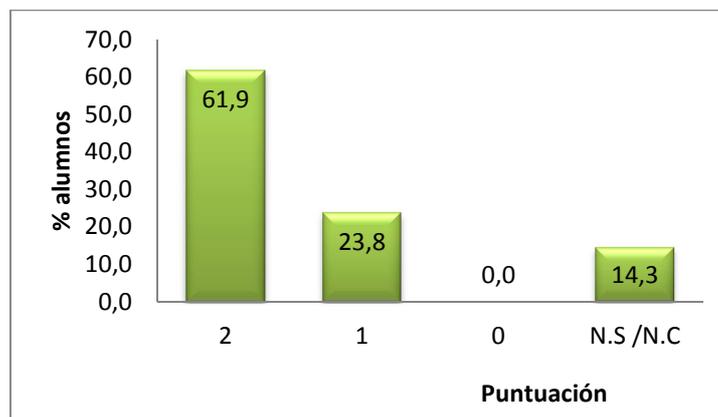
La pregunta 4.12 pertenece al ítem combustibles fósiles, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos explicar según una tabla por qué alguien puede preferir usar petróleo en lugar de etanol aunque su coste sea el mismo y qué ventaja tiene para el medioambiente el uso de etanol en lugar de petróleo. Las posibles puntuaciones son 2 puntos (puntuación máxima), 1 punto (puntuación media) y 0 puntos (puntuación mínima). Además de texto la pregunta presenta una tabla como elemento explicativo.

En las Figuras 19 y 20, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 4.12 respectivamente. En la Figura 19, se observa que el 42,5% de los alumnos obtienen la máxima puntuación (2 puntos) mientras que en la Figura 20 el porcentaje asciende notablemente al 61,9%. Además el 25% de los alumnos de 3º obtienen una puntuación media (1 punto) frente al 23,8% de los alumnos de 1º. En 3º responden de forma incorrecta el 17,5% de los alumnos mientras que en 1º no lo hace ninguno. Un porcentaje de alumnos similar en ambos niveles no responden a la pregunta (15% frente al 14,3%).

En conclusión, el porcentaje de alumnos que obtienen alguna puntuación (2 o 1 punto) es bastante mayor en 1º que en 3º (85,7% frente al 67,5%), mientras que el porcentaje de alumnos que no contestan se mantiene constante en ambos niveles.



**Figura 19.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 4.12



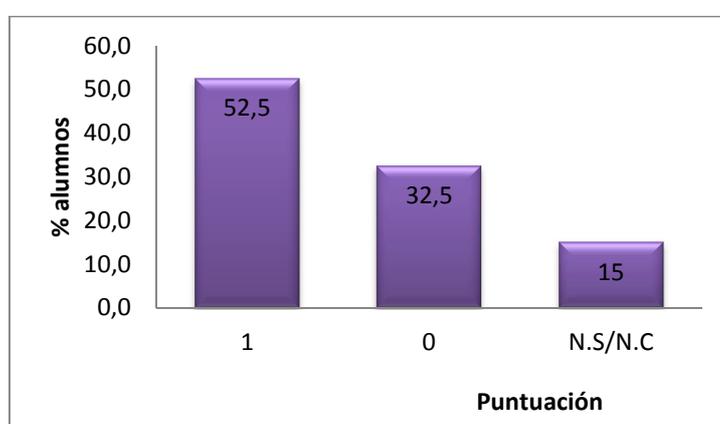
**Figura 20.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 4.12

#### ITEM 4 PREGUNTA 13

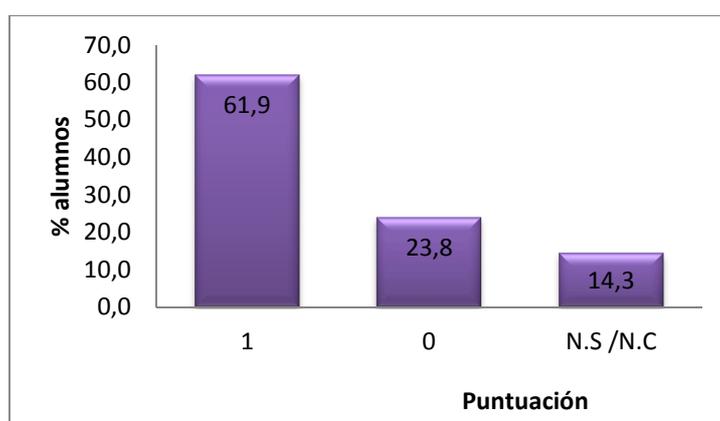
La pregunta 4.13 pertenece al ítem combustibles fósiles, es de respuesta abierta y en ella se les pide a los alumnos usar los datos de un gráfico para explicar de qué manera la profundidad afecta a la eficacia a largo plazo del almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el mar. A parte del texto como elemento explicativo hay un gráfico.

En las Figuras 21 y 22, se muestran los porcentajes de alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato que han obtenido cada una de las puntuaciones de la pregunta 4.13 respectivamente. En la Figura 21, se observa que un poco más de la mitad de los alumnos contestan correctamente (52,5%), mientras que el porcentaje aumenta en la Figura 22 hasta el 61,9%. En cuanto a los alumnos que responden de forma incorrecta representan el 32,5% en 3º y el 23,8% en 1º. Aproximadamente el mismo porcentaje de alumnos no contestan en ambos niveles (15% frente al 14,3%).

Al comparar ambas figuras, y como viene pasando anteriormente responden correctamente a esta pregunta de forma significativa más alumnos de 1º que de 3º, y el mismo porcentaje de alumnos en ambos niveles no responden dicha pregunta.



**Figura 21.** Porcentaje de alumnos de 3º de E.S.O respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 4.13



**Figura 22.** Porcentaje de alumnos de 1º de Bachillerato respecto a la puntuación obtenida en la pregunta 4.13

Respecto al ítem de combustibles fósiles, más alumnos de 1º responden correctamente las preguntas, por poseer más conocimientos sobre el ítem, pero además poseen más capacidad para interpretar la tabla de la pregunta 4.12 sobre la energía generada por el petróleo y el etanol, y el dióxido de carbono emitido por ambos. Además estos alumnos interpretan mayoritariamente el gráfico de la última pregunta que muestra el porcentaje de CO<sub>2</sub> que sigue almacenado en el mar a distintas profundidades según transcurren los años.

Hay que señalar que cerca de la mitad de los alumnos de ambos niveles tienen una confusión acerca del CO<sub>2</sub> emitido por las centrales eléctricas al quemar combustibles fósiles y biocombustibles, ya que afirman que este gas tiene propiedades químicas diferentes dependiendo de lo que se quema. (pregunta 4.11). En este ítem los porcentajes de alumnos de ambos niveles que no han respondido son muy semejantes y oscilan en el 10%.

De forma global se puede decir que una gran parte de los alumnos que realizan la prueba interpretan correctamente las tablas, y gráficos, aunque se nota mucha diferencia de nivel, obteniendo mejores resultados los de 1º de Bachillerato. En ocasiones, muchos alumnos no entienden las preguntas, y se aprecia en la forma en que responden a las preguntas de respuesta abierta. Esto puede deberse a que hay preguntas formuladas liosamente. Los alumnos presentan más dificultad en las preguntas de respuesta abierta que en las de opción múltiple. En general todos los alumnos de la muestra responden mejor ante el ítem de ozono, que a cualquiera de los otros. Los mejores resultados para los alumnos de 3º corresponden a las preguntas del ozono 2.4 que no tenía elementos explicativos y a la pregunta de combustibles fósiles 4.13 (interpretar un gráfico). En cambio, donde presentan peores resultados es en la pregunta de ozono de la tira cómica 2.2, en la pregunta de lluvia ácida del experimento con agua, y en la pregunta de combustibles fósiles 4.11, ya que piensan que tiene diferentes propiedades químicas el CO<sub>2</sub> que se produce al quemar cada tipo de combustible.

Para los alumnos de 1º los mejores resultados aparecen en las preguntas de ozono 2.3 y 2.4, así como en la pregunta de lluvia ácida 3.7. Esto demuestra el mayor conocimiento de estos alumnos de los ítems. Donde presentan peores resultados los alumnos de 1º es en el ítem ozono en las preguntas 2.2 (porque no muchos alumnos la tienen completamente bien), 2.5 (puede que esté formulada liosamente) y en el ítem de combustibles fósiles en la pregunta 4.11 en la que tienen la misma confusión que los alumnos de 3º. A la vista de los resultados se aprecia la existencia de preguntas de diferente dificultad que coinciden en los dos niveles. Las más sencillas son las preguntas 2.3 y 2.4, mientras que las más complicadas son 2.2 y 4.11.

## **6.- LIMITACIONES**

En cuanto a las limitaciones del estudio destacan:

- El tiempo para realizar la prueba. No se pretendía poner límite de tiempo al realizar la prueba, pero como el programa no lo permitía, los alumnos tenían 60 minutos para responder cada pregunta, y si salían de una de ellas sin resolverlas, el tiempo se descontaba, pero sobre esto estaban informados.
- No haber tenido acceso a la realización de un taller posterior, para aclarar con los alumnos los conceptos confusos que presentan, y han mostrado en las preguntas de respuesta abierta de la prueba.
- En la pregunta del ítem 1, no se sabe hasta qué punto se valora la comprensión de los alumnos frente al cambio climático, ya que está formulada liosamente.

## **7.- CONCLUSIONES**

El estudio realizado sobre la muestra de 61 alumnos de 3º de ESO y 1º de Bachillerato, mediante el diseño y la aplicación de la prueba con ítems liberados de PISA relacionados con fenómenos ambientales, la recogida de resultados, el tratamiento, análisis y discusión de los mismos, ha permitido establecer las siguientes conclusiones:

- Como se esperaba, los alumnos de 1º de Bachillerato de ciencias, responden notablemente mejor a las preguntas de la prueba, interpretando en su mayoría adecuadamente las tablas, gráficas, e imágenes que presentan las preguntas. En cambio los alumnos de 3º obtienen peores resultados. Esto puede deberse a que carecen de contenidos relacionados con aspectos ambientales, o no entienden bien el mecanismo de las preguntas de la prueba PISA, que se reconoce que en ocasiones resulta difícil de entender.
- Además las diferencias en los resultados de ambos niveles aumentan, debido a que como indica la Tabla 2, los alumnos de 3º de ESO tienen en su mayoría 14 años y este tipo de ítems se aplica en pruebas PISA a estudiantes de 15 años. Por esta razón los resultados de 3º de ESO serán más bajos. No solo esto sino que los alumnos de 1º de Bachillerato sobrepasan la edad de aplicación de estas pruebas, ya que en su mayoría tienen 16 años, por eso se obtienen resultados más altos.
- Como ya se comentó, al realizar este estudio no se tuvo acceso a una muestra más grande de alumnos, ni a otros cursos que no impartiera la tutora de prácticas, pero lo ideal sería realizar el estudio en alumnos de 4º de ESO, que tienen una edad comprendida entre 14 y 15 años. No obstante, esta muestra permite ver las diferencias entre niveles.
- En general el grado de participación de los alumnos ha sido elevado, destacando la respuesta mayoritaria de los alumnos de 1º de Bachillerato a las preguntas presentadas, frente a los de 3º de ESO. Esto indica la gran motivación por parte de los alumnos de 1º hacia asignaturas de ciencias, ya que no se debe olvidar que estos los alumnos han elegido como asignatura optativa Física y Química. Por su parte, los alumnos de 3º cursan Física y Química de forma obligatoria, y por eso habrá estudiantes motivados y otros que no muestren interés por asignaturas de ciencias.
- Otro aspecto interesante que merece mención es el interés por la ciencia y el apoyo a la investigación científica que presentan todos los alumnos de la muestra, aunque es mayor en el caso de los alumnos de 1º de Bachillerato.

- En los alumnos de 3º y al igual que se observó durante las prácticas del máster, se aprecia una deficiencia de contenidos relacionados con el medio ambiente, así como una confusión de conceptos que no están claros, y se mezclan entre sí. Esta conclusión corrobora lo que se defiende en este estudio, y es la falta de contenido de fenómenos ambientales, que se imparte en asignaturas como Física y Química, a pesar de formar parte del currículo y ser conceptos transversales a otras asignaturas.
- Por su parte, la utilización de la plataforma virtual Edmodo se ha realizado con éxito. Se considera una herramienta muy útil, versátil y fácil de manejar para facilitar el proceso de enseñanza- aprendizaje, y realizar este tipo de pruebas a los alumnos, aunque dispone de múltiples aplicaciones. Por el contrario, el docente requiere dedicación a la plataforma.
- Queda así demostrado el objetivo de que el empleo de este tipo de pruebas favorece la comprensión de fenómenos ambientales, y no sólo valora los conocimientos adquiridos en la enseñanza formal, sino que también tiene en cuenta las habilidades y destrezas de los alumnos, adquiridas a lo largo de su vida.
- En cuanto a las respuestas abiertas y sobre todo en una gran mayoría de los alumnos de 3º de ESO (y algún caso señalado de 1º de Bachillerato) se contempla que no poseen buena expresión escrita, ni mucho un correcto lenguaje científico. Los docentes por lo tanto, tienen mucho camino por recorrer en la enseñanza de los fenómenos ambientales.

## 8.- REFERENCIAS

- Acevedo, J. A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- Acevedo Díaz, J. A. (2007). Las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 4(3), 394-416.
- Arregi, A., Sainz, A., Tambo, I., Ugarriza, J. (2004). *Programa PISA. Ejemplos de ítems de conocimiento científico 2000 y 2003*. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/itemscienciaspisa.pdf?documentId=0901e72b80110699>
- Arias, M. D. R. M. (2006). La metodología de los estudios PISA. *Revista de educación*, (1), 111-129.
- BOCYL (2015a). Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Núm. 86, de 8 de mayo de 2015, 32128-32130.
- BOCYL (2015b). Orden EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. Núm. 86, de 8 de mayo de 2015, 32599-32603.
- BOE (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se establecen las competencias clave en el Sistema Educativo Español. Núm. 25, de 29 de enero de 2015, 6991-7002.
- Carabaña, J. (2004) "El futuro del sistema de enseñanza: alumnos y saberes". p. 71-101 en Laura Cruz (ed.), *España 2015: prospectiva social e investigación científica y tecnológica*. Madrid: FECIT.

- Carabaña, J. (2008). Las diferencias entre países y regiones en las pruebas PISA. *Documentos de trabajo del colegio libre de eméritos*, 2.
- Dankhe, G. L. (1976). Investigación y comunicación, en C. Fernández—Collado y G.L.Dankhe (Eds): “*La comunicación humana: ciencia social*”. México, D.F: McGrawHill deMéxico. Capítulo 13, p. 385—454
- Dunlop, J.C. y Lowhental, P.R. (2009). Instructional Uses of Twitter. Chapter 8:45-50 in *CU Online HandBook. Teach differently. Create and Collaborate*, Edited by Patrick R. Lowenthal, David Thomas, Anna Thai, Brian Yuhnke, University of Colorado Denver.
- Ebner, M. y Schiefner, M. (2008). Microblogging - more than fun?. Proceedings of IADIS Mobile Learning Conference 2008. Inmaculada Arnedillo Sánchez y Pedro Isaías ed. Portugal. 2008, p. 155-159.
- IE (Instituto de Evaluación) (2007) *PISA 2006, Informe Español*. Madrid: MEC.
- Kerstin, B., Carsten, U., Jinjin, F. y Ruimin, S. (2009). Microblogging for Language Learning: Using Twitter to Train Communicative and Cultural Competence, *International Conference on Web-based Learning (ICWL) 2009*, M. Spaniol et al. (Eds.): ICWL 2009, LNCS 5686, 78–87, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- López, J. M. S., Flores, M. F., y González, J. L. G. (2012). Descubriendo Edmodo: beneficios del microblogging en educación en adultos. *Campo abierto: Revista de educación*, 31(2), 53-70.
- López, J. M. S., Lorraine-Leo, J., y Miyata, Y. (2013). Uso de Edmodo en proyectos colaborativos internacionales en educación primaria. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (43). ISSN 1135-9250
- McFedries, P. (2007). Technically speaking: All a-twitter. *IEEE Spectrum*, 44 (10), 84.

- Millar, R., y Osborne, J. (Eds.). (1998). *Beyond 2000. Science education for the future: A report with ten recommendations*. London, UK: King's College London, School of Education.
- OCDE (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. París: OCDE. Traducción de G. Gil Escudero, J. Fernández García, F. Rubio Miguelsanz, C. López Ramos y S. Sánchez Robles (2001), *La medida de los conocimientos y las destrezas de los alumnos: La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el proyecto PISA 2000*. Madrid: INCE.
- OCDE (2007a). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*. París: OCDE Publishing.
- OCDE. (2007b). El programa PISA de la OCDE: Qué es y para qué sirve. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- OCDE (2013). PISA 2015. Draft science framework. Recuperado de: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- PISA (2008) Informe PISA 2006. *Competencias científicas para el mundo del mañana*. OCDE. Santillana.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, P. B. (1996). *Metodología de la investigación*. Edición McGraw-Hill.
- Suárez, C. (2010) Aprendizaje cooperativo e interacción asíncrona textual en contextos educativos virtuales, Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 36, 53-67.
- Sureda, J. (1990). *Guía de la educación ambiental: fuentes documentales y conceptos básicos* (Vol. 12). Anthropos.
- Sureda, J. y Colom, A. (1989). *Pedagogía ambiental*. Barcelona, España: Ediciones Ceac.
- Teitelbaum, A. (1978). *El papel de la educación ambiental en América Latina*. Unesco.

Unesco (2010). *La lente de la educación para el desarrollo sostenible: Una herramienta para examinar las políticas y la práctica*. Paris: Unesco (Ed.). Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001908/190898s.pdf>

Vilches, A., y Gil, D. (2003): *Construyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge. University Press.

Vilches, A., y Gil, D. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de educación*, (1), 295-311

Vilches, A., y Gil, D. (2008). PISA y la enseñanza de las Ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 381, 84-88.

Villaverde, M. N. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, (1), 195-217.

### RECURSOS EN INTERNET

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013). *PISA 2012. Programa para la evaluación internacional de alumnos. Informe Español*. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

Ministerio de Medio Ambiente, Secretaria General de Medio Ambiente. (1999). *Libro blanco de la educación ambiental en España*. (p.3-29). Recuperado de: [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/libro\\_blanco.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/libro_blanco.aspx)

Ministerio de Educación y Ciencia (2007) PISA 2006. *Programa para la evaluación internacional de alumnos de la OCDE. Informe Español*. Recuperado de: [http://www2.rosasensat.org/files/informe\\_pisa\\_2006.pdf](http://www2.rosasensat.org/files/informe_pisa_2006.pdf)

OCDE (2001). *La medida del conocimiento y destrezas de los alumnos: la evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el proyecto PISA 2000*. Recuperado de: <http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessment/pisa/33693817.pdf>

OCDE (2015). PISA 2015. Estudio Piloto. Preguntas liberadas, ciencias. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa-2015/pisa-2015cienciaspreguntas-liberadas.pdf?documentId=0901e72b81c31419>

IE (2010). Ciencias en PISA. Pruebas liberadas. Ministerio de educación. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/ciencias-en-pisa-para-web.pdf?documentId=0901e72b8072f577>

## 9.- ANEXOS

### ANEXO 1: PRUEBA

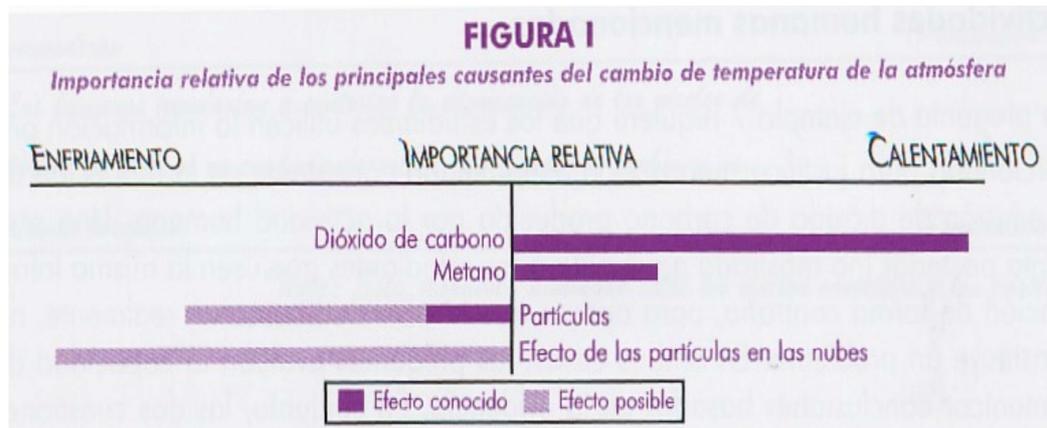
#### ITEM 1: EL CAMBIO CLIMÁTICO

Lee la siguiente información y contesta la pregunta que aparece a continuación.

#### ¿Qué actividades humanas contribuyen al cambio climático?

La combustión del carbón, la gasolina y el gas natural, así como la deforestación y diversas prácticas agrícolas e industriales, están alterando la composición de la atmósfera y contribuyendo al cambio climático. Estas actividades humanas han llevado a un aumento de la concentración de partículas y gases del efecto invernadero, en la atmósfera.

La importancia relativa de los principales causantes del cambio de temperatura se representa en la figura I.



La figura I muestra que el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono y de metano produce un calentamiento. El aumento de las concentraciones de partículas da lugar a dos tipos de enfriamientos, llamados “Partículas” y “Efectos de las partículas en las nubes”. Las barras que se extienden desde la línea del centro hacia la derecha indican un calentamiento. Las barras que se extienden desde la línea del centro hacia la izquierda indican un enfriamiento. Los efectos relativos de las “Partículas” y “Efectos de las partículas en las nubes” son bastante dudosos: en cada caso, el efecto posible está dentro del intervalo representado por la barra gris clara.

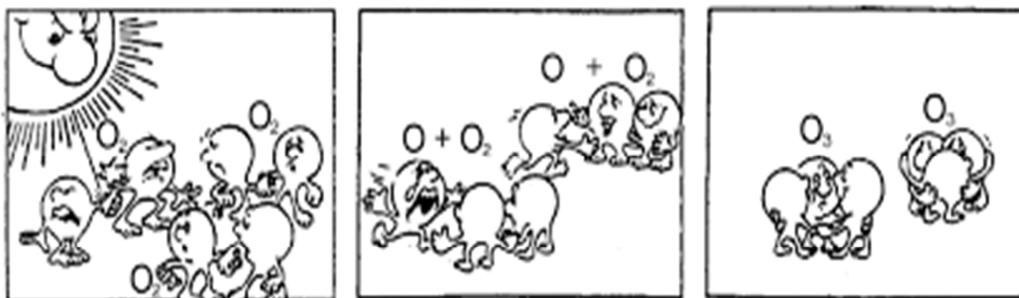
**PREGUNTA 1.1.-** Utiliza la información de la figura 1 para desarrollar un argumento que apoye la reducción de la emisión de dióxido de carbono por las actividades humanas mencionadas

### **ITEM 2: OZONO**

Lee el siguiente fragmento de un artículo sobre la capa de ozono.

La atmósfera es un océano de aire y un recurso natural imprescindible para mantener la vida en la Tierra. Desgraciadamente, las actividades humanas basadas en intereses nacionales o personales están dañando de forma considerable a este bien común, reduciendo notablemente la frágil capa de ozono que actúa como un escudo protector de la vida en la Tierra. Las moléculas de ozono están formadas por tres átomos de oxígeno, a diferencia de las moléculas de oxígeno que consisten en dos átomos de oxígeno. Las moléculas de ozono son muy poco frecuentes: menos de diez por cada millón de moléculas de aire. Sin embargo, durante miles de millones de años, su presencia en la atmósfera ha jugado un papel esencial en la protección de la vida sobre la Tierra. Dependiendo de dónde se localice, el ozono puede proteger o perjudicar la vida en la Tierra. El ozono en la troposfera (hasta 10 kilómetros por encima de la superficie de la Tierra) es ozono “malo” y puede dañar los tejidos pulmonares y las plantas. Pero alrededor del 90 por ciento del ozono que se encuentra en la estratosfera (entre 10 y 40 kilómetros por encima de la superficie de la Tierra) es ozono “bueno” y juega un papel beneficioso al absorber la peligrosa radiación ultravioleta (UV-B) procedente del Sol. Sin esta capa beneficiosa de ozono, los seres humanos serían más sensibles a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol. En las últimas décadas la cantidad de ozono ha disminuido. En 1974 se planteó la hipótesis de que los gases clorofluorocarbonos (CFC) podrían ser la causa de esta disminución. Hasta 1987, la evaluación científica de la relación causa-efecto no era tan suficientemente convincente como para involucrar a los clorofluorocarbonos. Sin embargo, en septiembre de 1987, diplomáticos de todo el mundo se reunieron en Montreal (Canadá) y se pusieron de acuerdo para fijar unos límites estrictos al uso de los clorofluorocarbonos.

En el texto anterior no se menciona cómo se forma el ozono en la atmósfera. De hecho, cada día se forma una cierta cantidad de ozono a la vez que otra cantidad de ozono se destruye. La siguiente tira cómica ilustra el modo en que se forma el ozono:



Supón que tienes un tío que intenta entender el significado de esta tira. Sin embargo, no estudió Ciencias en el colegio y no entiende qué trata de explicar el autor de los dibujos. Tu tío sabe que en la atmósfera no hay hombrecillos pero se pregunta qué representan éstos hombrecillos en la tira, qué significan estos extraños símbolos  $O_2$  y  $O_3$  y qué procesos se describen en la tira. Supón que tu tío sabe:

- Que O es el símbolo del oxígeno, y
- Lo que son los átomos y las moléculas.

**PREGUNTA 2.2.** Escribe una explicación de la tira cómica para tu familiar.

En tu explicación, utiliza las palabras átomos y moléculas del mismo modo en el que se utilizan en las líneas 5 y 6 del texto.

**PREGUNTA 2.3.** El ozono también se forma durante las tormentas eléctricas. Esto produce el olor característico que aparece después de esas tormentas. El autor del texto diferencia entre “ozono malo” y “ozono bueno”. De acuerdo con el artículo, ¿el ozono que se forma durante las tormentas eléctricas es “ozono malo” u “ozono bueno”? Escoge la respuesta correcta que va seguida de la explicación correcta según el texto.

	¿Ozono malo u ozono bueno?	Explicación
A	Malo	Se forma cuando hace mal tiempo
B	Malo	Se forma en la troposfera.
C	Bueno	Se forma en la estratosfera
D	Bueno	Huele bien

**PREGUNTA 2.4.** En el texto inicial se dice: “Sin esta capa beneficiosa de ozono, los seres humanos serían más sensibles a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol”. Nombra una de estas enfermedades específicas.

**PREGUNTA 2.5.** Al final del texto, se menciona una reunión internacional en Montreal. En esta reunión se discutieron muchas cuestiones sobre la posible reducción de la capa de ozono. Dos de esas cuestiones se presentan en la tabla de abajo. ¿Pueden contestarse las preguntas presentadas en la tabla de abajo mediante una investigación científica? Rodea con un círculo Si o No, para cada caso.

Pregunta:	¿Se puede responder mediante la investigación científica?
¿Las incertidumbres científicas acerca de la influencia de los CFC en la capa de ozono, deberían ser una razón para que los gobiernos no tomen medidas de actuación?	Sí / No
¿Cuál será la concentración de CFC en la atmósfera en el año 2002 si la liberación de CFC en la atmósfera continúa en la misma proporción que hasta ahora?	Sí / No

### **ITEM 3: LA LLUVIA ÁCIDA**

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio. En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



**PREGUNTA 3.6.** La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. ¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

El efecto de la lluvia ácida en el mármol puede simularse sumergiendo astillas de mármol en vinagre durante toda una noche. El vinagre y la lluvia ácida tienen prácticamente el mismo nivel de acidez. Cuando se pone una astilla de mármol en vinagre, se forman burbujas de gas. Puede medirse la masa de la astilla de mármol seca antes y después del experimento.

**PREGUNTA 3.7.** Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos antes de ser sumergida en vinagre durante toda una noche. Al día siguiente, la astilla se extrae y se seca.

**¿Cuál será la masa de la astilla de mármol seca?**

A Menos de 2,0 gramos.

B Exactamente 2,0 gramos.

C Entre 2,0 y 2,4 gramos.

D Más de 2,4 gramos

**PREGUNTA 3.8.** Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche. Explica por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento.

**PREGUNTA 3.9. ¿Te interesa la información siguiente?. Marca sólo una casilla en cada fila.**

	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
a) Saber qué actividades humanas son las que más contribuyen a la producción de lluvia ácida.	1	2	3	4
b) Conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan la lluvia ácida.	1	2	3	4
c) Entender los métodos utilizados para reparar edificios que han sido dañados por la lluvia ácida.	1	2	3	4

**PREGUNTA 3.10. ¿En qué medida estás de acuerdo con las afirmaciones siguientes?. Marca sólo una casilla en cada fila.**

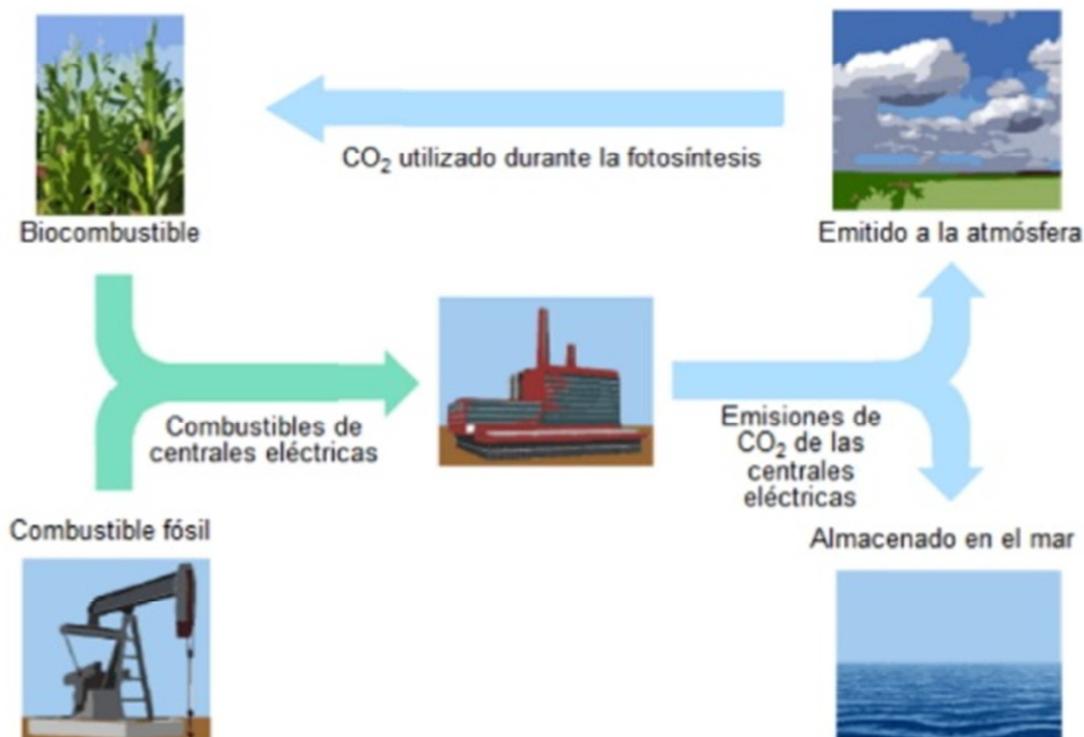
	Totalmente de Acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
a) La conservación de las ruinas antiguas debería basarse en estudios científicos sobre las causas del daño.	1	2	3	4
b) Las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida deberían estar basadas en investigaciones científicas.	1	2	3	4

#### **ITEM 4: COMBUSTIBLES FÓSILES**

Muchas centrales eléctricas queman combustibles derivados del carbono y emiten dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El  $\text{CO}_2$  emitido a la atmósfera tiene un impacto negativo en el clima del planeta. Los ingenieros han usado diferentes estrategias para reducir la cantidad de  $\text{CO}_2$  que se emite a la atmósfera.

Una de esas estrategias consiste en quemar biocombustibles en lugar de combustibles fósiles. Mientras que los combustibles fósiles proceden de organismos que murieron hace mucho tiempo, los biocombustibles proceden de plantas que han vivido y han muerto recientemente.

Otra estrategia consiste en atrapar una parte del  $\text{CO}_2$  emitido por las centrales eléctricas y almacenarlo a cierta profundidad bajo tierra o en el mar. Esta estrategia se llama captura y almacenamiento de carbono.



**PREGUNTA 4.11.** El uso de biocombustibles no tiene el mismo efecto en los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub> que el de los combustibles fósiles. ¿Por qué?. ¿Cuál de los siguientes enunciados lo explica mejor?

-Los biocombustibles no emiten CO<sub>2</sub> cuando se queman.

-Las plantas utilizadas para los biocombustibles absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera a medida que crecen.

-Cuando se queman, los biocombustibles toman CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

-El CO<sub>2</sub> emitido por las centrales eléctricas que utilizan biocombustibles tiene propiedades químicas diferentes al CO<sub>2</sub> emitido por centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles.

**PREGUNTA 4.12.** A pesar de las ventajas de los biocombustibles para el medio ambiente, el uso de los combustibles fósiles sigue siendo muy común. La siguiente tabla compara la energía y el CO<sub>2</sub> generados cuando se queman petróleo y etanol. El petróleo es un combustible fósil, mientras que el etanol es un biocombustible.

Fuente combustible	Energía generada (KJ de energía/g de combustible)	Dióxido de carbono emitido (mg de CO <sub>2</sub> /KJ de energía producida por el combustible)
Petróleo	43,6	78
Etanol	27,3	59

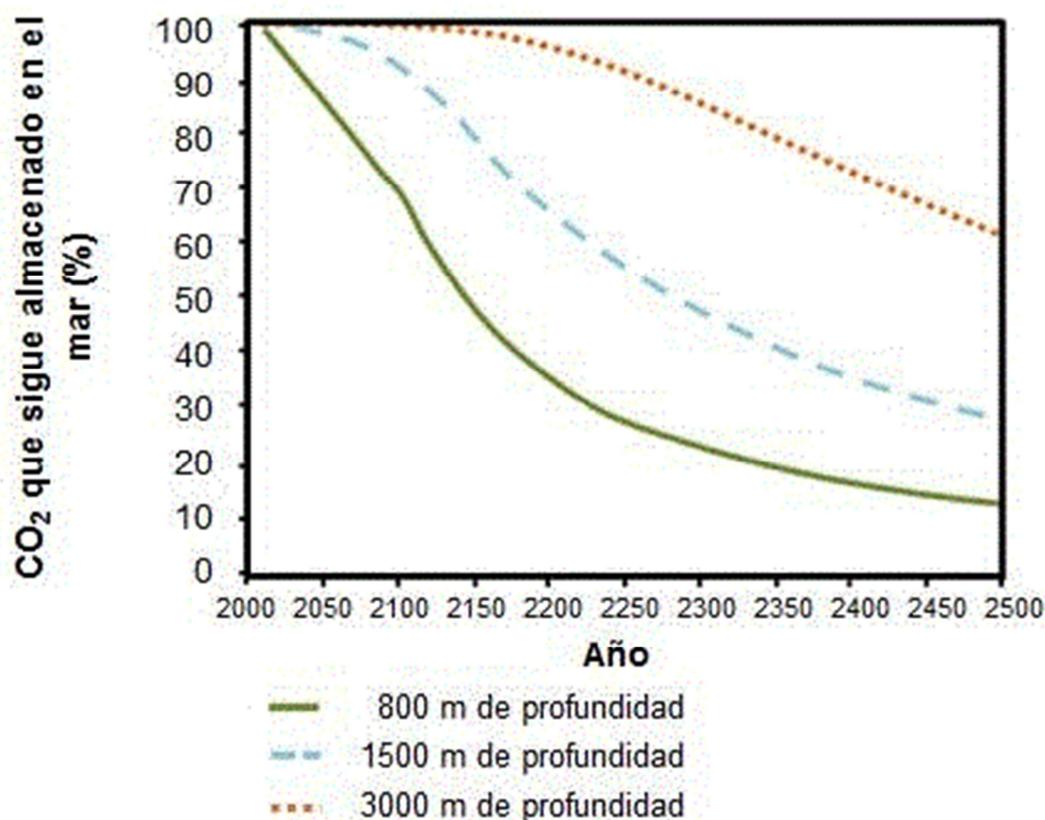
Según la tabla, ¿por qué alguien puede preferir usar petróleo en lugar de etanol, aunque su coste sea el mismo?

Según la tabla, ¿qué ventaja tiene para el medio ambiente el uso de etanol en lugar de petróleo?.

### Captura y almacenamiento de carbono

La captura y almacenamiento de carbono implica atrapar una parte del CO<sub>2</sub> emitido por centrales eléctricas y almacenarlo donde no pueda volver a ser emitido en la atmósfera. Un posible lugar para almacenar el CO<sub>2</sub> es el mar, ya que el CO<sub>2</sub> se disuelve en el agua.

Los científicos han desarrollado un modelo matemático para calcular el porcentaje de CO<sub>2</sub> que sigue almacenado después de bombearlo al mar a tres profundidades diferentes (800 metros, 1500 metros y 3000 metros). El modelo se basa en el supuesto de que el CO<sub>2</sub> se bombea al mar en el año 2000. El siguiente gráfico muestra los resultados de este modelo.



PREGUNTA 4.13. Usa los datos del gráfico para explicar de qué manera la profundidad afecta a la eficacia a largo plazo del almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el mar.

## **ANEXO 2: CRITERIOS DE CORRECCIÓN**

### **❖ ITEM 1 PREGUNTA 1**

#### **Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuestas que indican que.

- El dióxido de carbono es, relativamente, el mayor causante del calentamiento global y/o las consecuencias del aumento del dióxido de carbono son conocidas.
- El dióxido de carbono es relativamente, el mayor causante de calentamiento global y/o las consecuencias del aumento del dióxido de carbono son conocidas, pero también menciona que deben tenerse en cuenta los posibles efectos de las partículas.

#### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras, incluyendo respuestas como:

- No indica que el dióxido de carbono es, relativamente, el mayor causante del calentamiento global.
- No se centra en el hecho de que las consecuencias del aumento del dióxido de carbono son conocidas, pero también menciona que deben tenerse en cuenta los posibles efectos de las partículas.
- Indica que un aumento de la temperatura tendrá malas consecuencias en la Tierra.
- Se centra en las actividades que contribuyen al aumento de la emisión de dióxido.

### **❖ ITEM 2 PREGUNTA 2**

#### **Puntuación máxima**

Puntuación 3: Respuestas que mencionen los siguientes tres aspectos:

- Primer aspecto: una o algunas moléculas de oxígeno (cada una formada por dos átomos de oxígeno) se dividen en átomos de oxígeno (dibujo 1).

- Segundo aspecto: la división (de las moléculas de oxígeno) tiene lugar bajo la influencia de la luz del Sol (dibujo 1).
- Tercer aspecto: los átomos de oxígeno se combinan con otras moléculas de oxígeno para formar moléculas de ozono (dibujos 2 y 3).

#### Ejemplos de puntuación 3:

- Cuando el Sol brilla sobre la molécula de O<sub>2</sub>, los dos átomos se separan. Los dos átomos de O buscan otras moléculas de O<sub>2</sub> para unirse con ellas. Cuando se juntan el O y el O<sub>2</sub> forman un O<sub>3</sub> que es el ozono.
- La tira ilustra la formación del ozono. Si una molécula de oxígeno es afectada por el Sol, se divide en dos distintos átomos. Estos átomos, O, flotan buscando una molécula para unirse a ella; se juntan con moléculas de O<sub>2</sub> y forman una molécula de O<sub>3</sub> con la unión de los tres átomos; O<sub>3</sub> forma el ozono.
- Los muñequitos son O, o átomos de oxígeno. Cuando se juntan dos forman O<sub>2</sub> o moléculas de oxígeno. El Sol hace que se descompongan y formen oxígeno de nuevo. Los átomos de O<sub>2</sub> se juntan con moléculas de O<sub>2</sub> creando O<sub>3</sub> que es el ozono.

#### **Puntuación media**

##### Puntuación 2:

Respuestas que sólo mencionen correctamente el primer y el segundo aspecto

- El Sol descompone las moléculas de oxígeno en átomos simples. Los átomos se fusionan en grupos. Los átomos forman grupos de 3 átomos juntos.

Respuestas que sólo mencionen correctamente el primer y el tercer aspecto.

- Cada uno de los hombrecillos es un átomo de oxígeno. O es un átomo de oxígeno, O<sub>2</sub> es una molécula de oxígeno y O<sub>3</sub> es un grupo de átomos unidos. Los procesos mostrados son un par de átomos de oxígeno (O<sub>2</sub>) dividiéndose y luego juntándose con otros dos pares que forman dos grupos de 3 (O<sub>3</sub>).

- Los hombrecillos son átomos de oxígeno. O<sub>2</sub> significa una molécula de oxígeno (como un par de hombrecillos que se dan la mano) y O<sub>3</sub> significa tres átomos de oxígeno. Los dos átomos de oxígeno de una pareja se dividen y uno se junta con cada uno de los otros pares y de los tres pares, se forman dos conjuntos de moléculas de oxígeno (O<sub>3</sub>).

Respuestas que sólo mencionen correctamente el segundo y el tercer aspecto

- El oxígeno es dividido por la radiación del Sol. Se parte por la mitad. Los dos lados se juntan con otras “partículas” de oxígeno formando ozono.
- La mayor parte del tiempo en ambientes de oxígeno puro (O<sub>2</sub>) el oxígeno viene en parejas de dos, así que hay tres pares de 2. Un par tiene mucho calor y se separan para irse a otro par, haciendo O<sub>3</sub> en lugar de O<sub>2</sub>.

#### Puntuación 1:

Respuestas que sólo mencionen correctamente el primer aspecto.

- Las moléculas de oxígeno se están separando. Forman átomos de O. Y algunas veces hay moléculas de ozono. La capa de ozono sigue igual porque se forman nuevas moléculas y otras mueren.

Respuestas que sólo mencionen correctamente el segundo aspecto.

- O representa una molécula de oxígeno, O<sub>2</sub> =oxígeno, O<sub>3</sub> =ozono. A veces, las dos moléculas de oxígeno, juntándose, son separadas por el Sol. Las moléculas solas se juntan con otro par para formar ozono (O<sub>3</sub>).

Respuestas que sólo mencionen correctamente el tercer aspecto.

- Las moléculas de “O” (oxígeno) se ven forzadas a juntarse con O<sub>2</sub> (2 x moléculas de oxígeno) para formar O<sub>3</sub> (3 x moléculas de oxígeno) por el calor del Sol. [No hay puntuación por el segundo aspecto porque el Sol no participa en la formación de ozono resultante de O + O<sub>2</sub> sino sólo en la separación de las uniones en O<sub>2</sub>]

**Ninguna puntuación:**Puntuación 0:

Respuestas que mencionen incorrectamente los tres aspectos

- El Sol (rayos ultravioleta) quema la capa de ozono y al mismo tiempo la está destruyendo también. Los señores chiquitos son las capas de ozono y se escapan del Sol porque hace mucho calor. [No pueden acreditarse puntos, ni siquiera por mencionar la influencia del Sol.]
- El Sol está quemando el ozono en el primer dibujo. En el segundo dibujo están escapando y lloran y en el tercer dibujo están abrazándose con lágrimas en los ojos.
- Mira tío, es muy fácil. “O” es una partícula de oxígeno, los números cerca de “O” aumentan la cantidad de partículas en el grupo.

**❖ ITEM 2 PREGUNTA 3****Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuesta B — Malo. Se forma en la troposfera.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras

**❖ ITEM 2 PREGUNTA 4****Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuestas que se refieran al cáncer de piel. Por ejemplo:

- Cáncer de piel.
- Melanoma. [Nota: esta respuesta puede considerarse correcta, a pesar del hecho de que tiene una falta de ortografía.]

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Respuestas referidas a otros tipos específicos de cáncer. Por ejemplo:

- Cáncer de pulmón.

O bien: Respuestas que sólo se refieran al cáncer. Por ejemplo

- Cáncer.

Otras respuestas incorrectas

**❖ ITEM 2 PREGUNTA 5****Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuestas que indiquen No y Si, en ese orden.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.

**❖ ITEM 3 PREGUNTA 6****Máxima puntuación**

Código 2: Cualquiera de las siguientes:

- Gases de escape de los automóviles, emisiones de las industrias, combustión de combustibles fósiles como carbón y petróleo, gases de los volcanes y otras cosas similares.
- De quemar carbón y gas.
- Los óxidos del aire vienen de la contaminación producida por fábricas e industrias.
- Volcanes.
- Gases de las centrales eléctricas. [se incluyen las que queman combustibles fósiles].

- Proceden de la combustión de materiales que contienen azufre y nitrógeno.

### **Puntuación parcial**

Código 1: Las respuestas incluyen una fuente de contaminación incorrecta y otra correcta.

- Combustibles fósiles y plantas nucleares. [Las centrales de energía nuclear no son una fuente de lluvia ácida].
- Los óxidos que se forman a partir del ozono, de la atmósfera y de los meteoritos que vienen a la Tierra. También la combustión de combustibles fósiles.

Respuestas que hacen referencia a contaminación pero no dan una fuente de contaminación que sea una causa importante de lluvia ácida.

- La contaminación.
- El medio ambiente en general, la atmósfera en la que vivimos; por ejemplo, contaminación.
- La gasificación, la contaminación, los fuegos, los cigarrillos. [No está claro lo que significa gasificación; fuegos no queda suficientemente especificado. El humo de los cigarrillos no es una causa relevante de lluvia ácida].
- La contaminación como la de las centrales nucleares.

Nota de corrección: Mencionar solamente contaminación es suficiente para asignar el Código 1. Todo ejemplo que acompañe a esta palabra será valorado para saber si la respuesta merece el Código 2.

**Ninguna puntuación**

Código 0: Otras respuestas, incluyendo aquellas que no mencionen contaminación y que no proporcionen una causa importante de lluvia ácida.

- Son emitidos por los plásticos.
- Son componentes naturales del aire.
- Los cigarrillos.
- El carbón y el petróleo. [No es suficientemente precisa. No hace referencia a la combustión].
- Centrales de energía nuclear.
- Residuos industriales. [No es suficientemente precisa].

**❖ ITEM 3 PREGUNTA 7****Máxima puntuación**

Código 1: A. Menos de 2,0 gramos.

**Ninguna puntuación**

Código 0: Otras respuestas.

**❖ ITEM 3 PREGUNTA 8****Máxima puntuación**

Código 2:

- Para comparar con la prueba del mármol en vinagre y demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

- Para asegurarse de que el agua de la lluvia debe ser ácida, como la lluvia ácida, para causar esta reacción.
- Para ver si los agujeros en las astillas de mármol son debidos a otra causa.
- Porque ésta muestra que las astillas de mármol no reaccionan con ningún otro líquido porque el agua es neutra.

### **Puntuación parcial**

Código 1:

- Para comparar con la prueba del vinagre y el mármol, pero no queda claro que se hace para demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.
- Para comparar con el otro tubo de ensayo.
- Para ver si la astilla de mármol cambia en agua pura
- Los alumnos incluyeron este paso para mostrar lo que pasa cuando llueve sobre el mármol.
- Porque el agua destilada no es ácida.
- Para realizar un control.
- Para ver la diferencia entre agua normal y agua ácida (el vinagre).

### **Ninguna puntuación**

Código 0: Otras respuestas.

- Para mostrar que el agua destilada no es un ácido.

❖ **ITEM 3 PREGUNTA 9 y 10: No tienen criterios de corrección porque son de opinión.**

**❖ ITEM 4 PREGUNTA 11**

Se debe demostrar una aplicación apropiada del conocimiento científico para explicar por qué el empleo centrales alimentadas por biocombustibles no afectan a los niveles de CO<sub>2</sub> de la atmósfera de la misma forma que lo hacen las alimentadas por combustibles fósiles. La opción correcta es la segunda: Las plantas utilizadas para los biocombustibles absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera a medida que crecen.

**❖ ITEM 4 PREGUNTA 12****Puntuación Total**

Código 21: Identifica la ventaja que según la tabla tiene el petróleo sobre el etanol: libera más energía.

- Un gramo de petróleo proporciona más energía que un gramo de etanol.
- El petróleo da más energía por el mismo coste.
- El etanol produce menos energía que el petróleo.

Identifica la ventaja para el medio ambiente que tiene el etanol sobre el petróleo según la tabla: libera menos dióxido de carbono.

- El etanol produce menos CO<sub>2</sub> que el petróleo al crear la misma energía.
- El etanol es menos contaminante que el petróleo.
- Si usas el petróleo para cubrir tus necesidades energéticas, creas más CO<sub>2</sub>.

**Puntuación Parcial**

Código 11: Identifica una ventaja del petróleo sobre el etanol pero no una ventaja medioambiental del etanol sobre el petróleo.

Código 12: Identifica una ventaja medioambiental del etanol sobre el petróleo, pero no una ventaja del petróleo sobre el etanol.

**Sin Puntuación**

Código 0: Otras respuestas

- El CO<sub>2</sub> generado por los biocombustibles no interrumpe el balance de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, porque no es una fuente fósil de CO<sub>2</sub> [no se relaciona con la información en la tabla].

Código 9: Sin respuesta

**❖ ITEM 4 PREGUNTA 13****Puntuación Total**

Código 1: Da una explicación que resume el descubrimiento global que indica que si se bombea el dióxido de carbono más profundamente en los océanos, los índices de retención al cabo del tiempo son mejores que si se bombea a profundidades menores.

- El dióxido de carbono que se inyecta a 3.000 m permanece más tiempo almacenado que el que se inyecta a 800 m.
- Inyectar CO<sub>2</sub> a más profundidad hace que se almacene más tiempo, porque a los 800 m el CO<sub>2</sub> empieza a liberarse a los 50 años, mientras que si se almacena a 3.000 m permanece allí durante 100 años.
- El almacenamiento del dióxido de carbono es más efectivo si se almacena a más profundidad en el océano.
- Después de 500 años, alrededor del 60% del CO<sub>2</sub> que está almacenado a 3.000 m sigue en el océano.

**Sin Puntuación**

Código 0: Otras respuestas

- Cuanto más profundo almacenas el CO<sub>2</sub>, más cantidad pierdes.

Código 9: Sin respuesta