

LA PROBLEMÁTICA DE LA CAPA DE OZONO EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. UN EXPERIENCIA CON ENFOQUE CTS

GARCÍA CARMONA, ANTONIO

Área de Ciencias (Física y Química). Colegio Luisa de Marillac. Sevilla.
<agarciaca@cofis.es>

OBJETIVOS

La presente comunicación muestra los resultados de una experiencia didáctica, con enfoque CTS, cuyo desarrollo en el aula se concretó en los siguientes objetivos:

- 1) Comprender los aspectos científicos relacionados con la capa de ozono (composición química, etc.)
- 2) Conocer las causas de la destrucción de la capa de ozono y sus consecuencias para la Salud y el Medio Ambiente.
- 3) Analizar la problemática de la capa de ozono desde la perspectiva del desarrollo científico-tecnológico, económico, político y social (relaciones CTS).
- 4) Asumir la necesidad de proteger la capa de ozono, y el Medio Ambiente en general, como condición indispensable para lograr un desarrollo sostenible en nuestro planeta.
- 5) Diseñar campañas de información y divulgación sobre las repercusiones negativas de la destrucción de la capa de ozono, con vistas a remover conciencias en relación con el cuidado y la preservación de nuestro planeta.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El gran desarrollo científico y tecnológico de los últimos tiempos y su repercusión en el progreso de la humanidad, plantean la necesidad de establecer un nuevo *compromiso* entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (relaciones CTS) (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003). Este compromiso debe estar orientado a que las personas adquieran una cultura científica que les permita comprender y participar, con responsabilidad, en la búsqueda de soluciones a los problemas del mundo (Edwards *et al*, 2004). Esto es, se ha de promover una *alfabetización científica* de la ciudadanía, que ponga de relieve la contribución de la Ciencia al desarrollo de la Sociedad y, a su vez, muestre especial atención a los problemas éticos relacionados con su avance (García Carmona, 2003).

Uno de los grandes problemas actuales de nuestro planeta es la destrucción de la capa de ozono. A mediados de la década de los 70 se descubrió que la emisión a la atmósfera de ciertos compuestos químicos, producidos por el hombre para uso industrial, favorecía la eliminación del ozono estratosférico. Se observó que la carencia de ozono (O_3) en la atmósfera, que sirve de filtro para la radiación ultravioleta proveniente de Sol, tenía repercusiones negativas para la Salud y el Medio Ambiente. Fueron los científicos M. Molina y F. Rowland, quienes alertaron de la influencia de los compuestos Clorofluorcarbonados (CFCs) en la destrucción del ozono estratosférico; descubrimiento por el que fueron distinguidos, en 1995, con el premio Nobel de Química.

La preocupación por este problema llevó a los gobiernos del mundo a acordar la Convención de Viena, en 1985, con el propósito de tomar medidas adecuadas para proteger la capa de ozono. A consecuencia de esto, surgió el Protocolo de Montreal de las Naciones Unidas, donde se proponen, básicamente, dos medidas: 1) la prohibición de fabricación de sustancias que contribuyan al deterioro del ozono en la estratosfera, según unos plazos, y 2) la potenciación de investigaciones científicas encaminadas al desarrollo y fabricación de sustancias que lo preservasen. El Protocolo se firmó el 16 de septiembre de 1987 y, desde entonces, cada año se rememora como Día Mundial del Ozono.

Sin embargo, pese a esta primera toma de conciencia, lo cierto es que los niveles de ozono en la estratosfera disminuyen cada año a un ritmo alarmante. Se trata de uno de los problemas más serios a los que se enfrenta la sostenibilidad de nuestro planeta (Ramírez, 2002), de modo que debe ser abordado, sin más demora, desde los distintos frentes (científico, político, educativo,...). A este respecto, la Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico (UNESCO-ICSU, 1999) proclamó que *“nos encontramos en una situación de interdependencia creciente y que nuestro futuro es indisociable de la preservación de los sistemas de sustentación de la vida en el planeta [...]”; de manera que “[...] la Ciencia debe estar al servicio del conjunto de la humanidad y contribuir a dotar a todas las personas de una comprensión más profunda de la naturaleza y la sociedad (Alfabetización científica), con el fin de lograr una mejor calidad de vida y un entorno sano y sostenible para las generaciones presentes y futuras”*.

Alineados con lo proclamado en la Declaración de Budapest, y convencidos del importante papel de la Educación Científica, en aras de lograr un desarrollo sostenible de nuestro planeta, nos planteamos abordar la problemática de la capa de ozono en el aula de Ciencias. La idea surge a raíz de la conmemoración del Día del Ozono, en el año 2004, y la intención es desarrollar una experiencia didáctica desde una perspectiva CTS.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Metodología

La experiencia se desarrolló durante el primer trimestre del curso 2004/05, con un grupo de alumnos y alumnas de 4º de ESO, que cursaban Física-Química y Biología-Geología, en el *Colegio Luisa de Marillac* de Sevilla. Dado el marcado carácter procedimental y actitudinal de la experiencia didáctica, su **seguimiento y evaluación** se realizó del siguiente modo:

- Observación del trabajo individual, del trabajo en grupo y de las puestas en común realizadas, donde se valoró la participación, el esfuerzo y la cooperación entre compañeros y compañeras. Todo ello orientado a promover el *aprendizaje autónomo del alumnado* en relación con la problemática planteada.
- Seguimiento y valoración de la elaboración de un informe sobre el desarrollo y las conclusiones del trabajo realizado.

En consonancia con los objetivos didácticos previstos, la experiencia se planificó de acuerdo con el siguiente **guión de trabajo**:

1. Aspectos científicos relacionados con la capa de ozono y su destrucción. Seguimiento de la evolución del ‘agujero de la capa de ozono’ (Figura 1).
2. Efectos del agujero de la capa de ozono sobre la Salud y el Medio Ambiente (Anexo II).
3. Legislación vigente sobre la emisión de gases nocivos para la capa de ozono.
4. Seguimiento y análisis de los niveles de emisión de gases contaminantes a la atmósfera, que contribuyen a la destrucción de la capa de ozono (CFCs, NO_x,...). El caso de mi ciudad (Figura 2).
5. Estudio sociológico sobre la problemática del agujero de la capa de ozono. Elaboración de una encuesta de opinión (Anexo I) y análisis de los resultados.
6. Propuestas para la divulgación de las causas que destruyen la capa de ozono, y el impacto que ello tiene sobre la Salud y el Medio Ambiente.

Aun cuando los grupos de alumnos y alumnas elaboraron un informe extenso, donde desarrollaron todos los aspectos señalados en el guión, en esta comunicación nos limitamos, por razones de espacio, a exponer los resultados del estudio sociológico y de la campaña de divulgación planificada por los alumnos y a alumnas con vistas a remover conciencias sobre la problemática planteada.

Estudio sociológico sobre la problemática asociada a la capa de ozono

A la hora de realizar el estudio sociológico, los alumnos y alumnas elaboraron un cuestionario de encuesta. El cuestionario final (Anexo I), utilizado en la investigación, fue el resultado de un consenso entre los tres grupos de trabajo formados, además de las sugerencias aportadas por el profesor. Si bien, a este respecto conviene decir que el profesor trató de respetar al máximo las ideas y decisiones tomadas por los alumnos y alumnas durante su diseño y discusión final.

En la encuesta participaron profesores, alumnos de otros cursos (de Secundaria principalmente), familiares de los alumnos, amigos de estos no pertenecientes al Colegio, etc. La muestra final estuvo compuesta por 110 personas; lo que supone una muestra considerable de cara a obtener conclusiones interesantes en torno a la problemática estudiada.

Del análisis de las encuestas, el alumnado obtuvo los **resultados** que siguen:

- La gente opina que hay suficiente información sobre la destrucción de la capa de ozono, si bien no es realmente consciente de la importancia del problema.
- En cuanto a los aspectos científicos relacionados con la capa de ozono, se observa un alto porcentaje de desconocimiento (superior al 65%).
- El 70% de los encuestados propone ideas interesantes para combatir el problema de la capa de ozono, entre las que destaca: 'Que los gobiernos tomen verdadera conciencia del problema y no interpongan otros intereses como los económicos'.
- Con respecto a la actuación individual de los ciudadanos ante el problema, el 84% piensa que es una parte esencial para paliar la destrucción de la capa de ozono; si bien, gran parte de este conjunto (cerca del 50%) reconoce que no suele tomar medidas porque piensa que en solitario no va a conseguir nada.
- El 94% tiene claro que algún efecto produce sobre la Salud de las personas y el Medio Ambiente; y el 81% se declina por comprar los productos que no contiene CFCs. No obstante, el 88% de los encuestados cree que el gobierno debería facilitar y fomentar todas aquellas prácticas y hábitos en los ciudadanos, a fin de cuidar la capa de ozono.

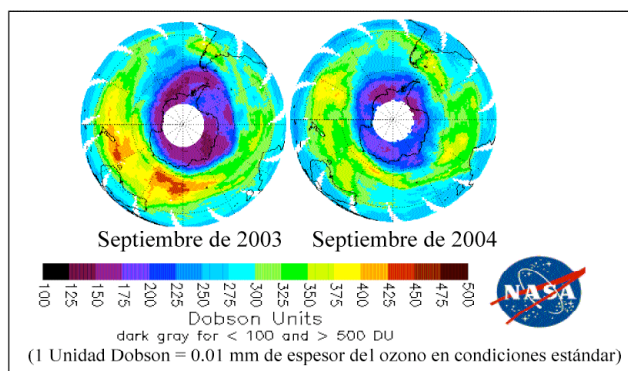


FIGURA 1
Comparación de los niveles de ozono en la estratosfera entre los años 2003 y 2004
(Fuente: NASA).

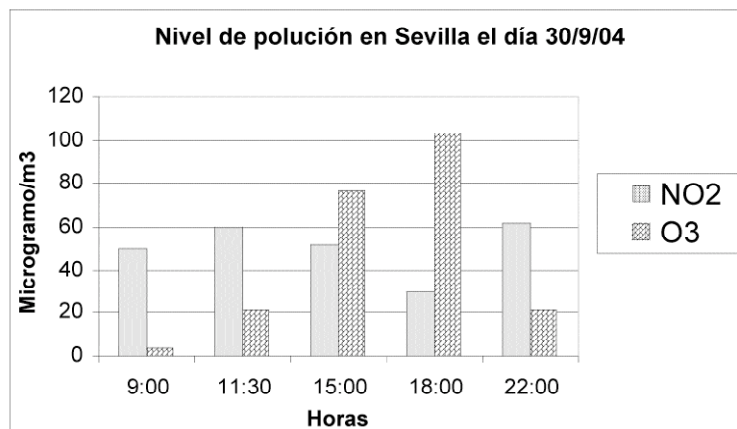


FIGURA 2

Niveles de emisión de O₃ y NO₂ recogidos por el alumnado, durante el día 30 de septiembre de 2004, en Sevilla.

Propuestas para concienciar a la ciudadanía sobre el problema de la capa de ozono

A partir de los resultados de la encuesta, los alumnos y alumnas hicieron las siguientes **propuestas**:

- Promover campañas de información, desde edades tempranas, sobre la importancia que tiene la capa de ozono para nuestras vidas y el Medio Ambiente en general. Por ejemplo, hacer carteles informativos adaptados a las distintas edades: para niños de Educación Primaria (Figura 3), de forma que lo entiendan y les llame la atención; para personas de Secundaria y superiores (Figura 4), los cuales se colocarán en las clases y por las calles, con la intención de concienciar a las personas de la seriedad del asunto.
- Repartir folletos como, por ejemplo, trípticos elaborados por los alumnos, a todo tipo de gente, en lugares concurridos.
- Difundir por correo electrónico información sobre la destrucción de la capa de ozono, pero de forma que impacte a los usuarios con titulares llamativos; por ejemplo, usando pequeños vídeos —en formatos .gif o .flash— sobre el estado de la evolución del agujero de la capa de ozono hasta su estado actual (Figura 1).
- Fomentar, por parte del gobierno, investigaciones tecnológicas y científicas encaminadas a buscar sustancias alternativas que no dañen la capa de ozono.
- Colocar información para concienciar a las personas sobre la gravedad de este asunto, en lugares concurridos como, por ejemplo, autobuses urbanos, hospitales, Colegios e Institutos, etc.



FIGURA 3

Cartel informativo elaborado por los alumnos y alumnas, sobre los efectos nocivos de los CFCs, para niños y niñas de primeros cursos de Primaria.

- Intercalar en los programas de radio y televisión anuncios que informen sobre la seriedad de la destrucción de la capa de ozono.
- Tratar de concienciar a la ciudadanía, con todo lo anterior, de que cada uno de nosotros contribuimos, de algún modo, en la destrucción de la capa de ozono; y, por tanto, debe aportar su granito de arena y actuar en consecuencia.

VALORACIÓN FINAL

Con esta experiencia, planificada desde una perspectiva CTS, hemos observado que el alumnado se siente más interesado, participa más activamente en la construcción de su propio conocimiento y, lo que es más importante, deja de ser un mero receptor de la información. Todo su aprendizaje se ha desarrollado a través de una investigación científica entorno a la problemática asociada a la destrucción de la capa de ozono; lo que ha propiciado que su conocimiento se haya construido de un modo enriquecedor, estimulante y, sobre todo, más próximo a la realidad en la que se desenvuelven.

Experiencias como la que hemos desarrollado, donde se muestra la Ciencia contextualizada en la realidad social, fomentan el interés del alumnado por su estudio; lo cual repercute positivamente en su alfabetización científica. Con los planteamientos didácticos CTS, los alumnos y alumnas encuentran sentido a la Educación Científica, pues llegan a comprender que les curte como ciudadanos críticos, sensibles y responsables ante los problemas del mundo. En consecuencia, sostenemos que la Educación Científica Básica será tanto más efectiva en la medida en que las propuestas curriculares se articulen en torno a las interacciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (interacciones CTS) de cada momento histórico.

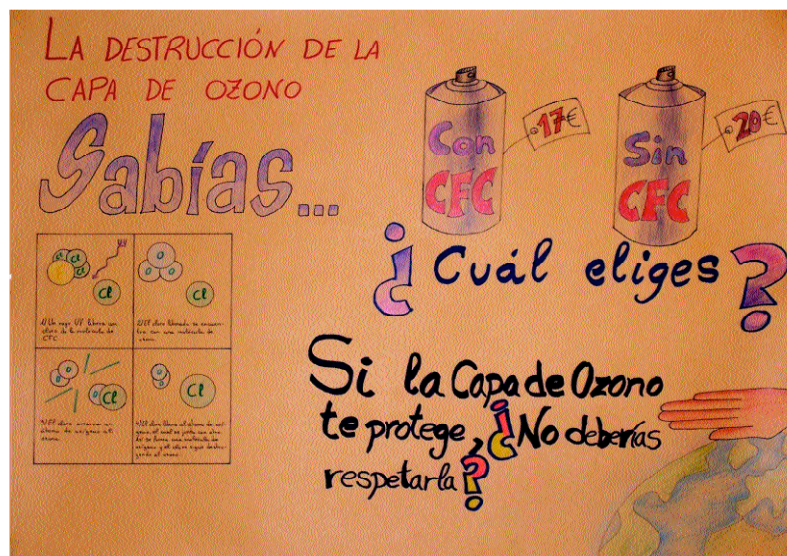


FIGURA 4

Cartel informativo elaborado por los alumnos y alumnas, sobre el problema de la capa de ozono, dirigido a los niveles de Secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). Disponible en línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>

- EDWARDS, M. et al. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp. 47-64.
- GARCÍA CARMONA, A. (2003). Integración de las relaciones CTS en la educación científica. *Perspectiva Cep* (Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía), 6, pp. 109-121.
- RAMÍREZ, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y Sociedad*, 13, pp. 30-33.
- UNESCO-ICSU (1999). *Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico*. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, Budapest (Hungría), 26 junio - 1 julio de 1999. Disponible en línea en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>

ANEXO I

CUESTIONARIO ELABORADO POR LOS ALUMNOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO SOCIOLÓGICO SOBRE EL PROBLEMA DE LA CAPA DE OZONO

1. ¿Estás informado sobre la destrucción de la capa de ozono?
 - a) Bastante
 - b) Un poco
 - c) Nada

2. ¿Qué importancia te merece el problema de la destrucción de la capa de ozono?
 - a) Mucha
 - b) Un poco
 - c) Nada
 - d) Me es indiferente

3. ¿Cuál crees que es el principal causante de la destrucción de la capa de ozono?
 - a) Los rayos UV
 - b) Los CFCs
 - c) El CO₂
 - d) No sé

4. ¿Cuál es la principal misión de la capa de ozono?
 - a) Protegernos del calor
 - b) Impedir que entren los rayos UV
 - c) Proporcionar oxígeno
 - d) Impedir que entren gases

5. ¿Crees que la destrucción de la capa de ozono tiene consecuencias para la Salud y el Medio Ambiente?
 - a) Ninguna
 - b) Sólo sobre la salud de las personas
 - c) Sólo sobre el medio ambiente
 - d) Sobre ambos

6. La destrucción de la capa de ozono tiene numerosos efectos sobre los seres vivos, ¿cuál crees que es el problema que más afecta a los seres humanos?
 - a) Cáncer de piel
 - b) Problemas cardíacos
 - c) Problemas respiratorios
 - d) Otros

7. ¿Cuál de estos acuerdos está más relacionado con la destrucción de la capa de ozono?
 - a) Protocolo de Kyoto
 - b) protocolo de Montreal
 - c) Protocolo de Cartagena
 - d) No sé

8. Si te damos a elegir entre un producto barato, que contiene CFC, y otro más caro, pero que no contiene CFC, ¿cuál comprarías?

a) El que contiene CFC

b) El que no contiene CFC

9. ¿Crees que la problemática de la capa de ozono es un fenómeno más de los que protestan las asociaciones ecologistas?

a) Sí

b) No

c) No sé

d) Me es indiferente

10. ¿Crees que tú puedes contribuir a combatir el problema de la destrucción de la capa de ozono, o esto es cosa del gobierno?

a) Sí

b) Sí, pero solo no

c) No sirve de nada

d) Es cosa del gobierno

11. ¿Crees que la sociedad es consciente de las consecuencias de la destrucción de la capa de ozono?

a) Bastante

b) Lo justo

c) No

d) Me es indiferente

12. ¿Qué medida global propones para combatir el problema de la destrucción de la capa de ozono?

Respuesta: