

## RELACIONES CTS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA BÁSICA. II. INVESTIGANDO LOS PROBLEMAS DEL MUNDO

**GARCÍA-CARMONA, ANTONIO**

Colegio Luisa de Marillac (Sevilla)

agarciaca@cofis.es

**Resumen.** Se presenta una propuesta educativa orientada a desarrollar parte del currículo de ciencias, de 4º de ESO (15-16 años), a través del análisis de algunos problemas del mundo actual. Su diseño parte de las siguientes hipótesis: 1) resultan familiares y accesibles para los alumnos, lo que estimula su interés hacia ellos; 2) tienen un carácter multidisciplinar, que permite integrar diferentes contenidos en un mismo contexto; 3) permiten valorar las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), a fin de favorecer una percepción realista y adecuada de los mismos; 4) favorecen el pensamiento crítico y responsable de los alumnos; y 5) son ideales para plantear una enseñanza de la ciencia problematizada. Se describen las fases en las que se desarrolló en el aula, los instrumentos empleados para su evaluación, y los resultados más relevantes del estudio. La evaluación (cualitativa) de la propuesta indica que planteando la educación científica desde tal perspectiva, se contribuye al desarrollo de las competencias básicas demandadas por el nuevo marco educativo europeo.

**Palabras clave.** Aprendizaje por investigación, ciencia en contexto, educación secundaria, problemas del mundo, relaciones CTS.

### STS relationships in basic science education II: researching the world problems

**Summary.** This paper presents an educational proposal oriented to develop a part of the science curriculum of 4<sup>th</sup> year of Secondary Education (15-16 years of age), by means of an analysis of some actual World's problems. Its design is based on the following hypotheses: 1) World's problems use to be familiar and accessible to students and it encourages the students' interest to them; 2) they have a multidisciplinary character that allow to integrate several contents in a same context; 3) they allow to value the Science-Technology-Society (STS) interactions that favour a adequately and realist vision of them; 4) they favour the students' critic and responsible thinking; and 5) they are a ideal context to perform the inquiry-based science education. The implementation phases of the proposal, the instruments of evaluation and the more significant results of the study are described. The (qualitative) evaluation of the proposal indicates that if the science education is performed since this perspective, it contribute to the development of basic competences demanded by the new European educational setting.

**Keywords.** Inquiry-based learning, science in context, secondary education, STS approach, world's problems.

### 1. JUSTIFICACIÓN

Pese a las iniciativas que se vienen promulgando en pro de una alfabetización científica básica de los jóvenes (p.e. Rocard et al., 2007), la realidad es que el interés de éstos por la ciencia ha decaído considerablemente en los últimos años. Son muchas las causas que han propiciado tal situación, y un análisis profundo de las mismas sobrepasaría los límites del presente artículo. Si bien, lo cierto es que los alumnos suelen tener un bajo rendimiento académico en conocimientos y destrezas científicas básicas (PISA, 2006), y ello genera en el alumnado ciertas actitudes de temor y rechazo hacia su aprendizaje (García-Carmona, 2006a). Tal situación plantea la necesidad de

introducir profundos cambios en su enseñanza, donde todavía predominan estrategias basadas en la transmisión de conocimientos –conceptuales, principalmente– ya elaborados (Travé, Pozuelos y Cañal, 2006), y con una orientación predominantemente propedéutica (Furió et al., 2001; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Desde hace algún tiempo, lo que se viene promulgando son estrategias educativas que vayan más allá de la generación de aprendizajes superficiales y centren la atención en *enseñar a aprender* ciencias (Campanario y Otero, 2000). Se trata de conseguir que los alumnos tomen ma-

yor responsabilidad en su propio aprendizaje, y, sobre todo, encuentren sentido a lo que aprenden; es decir, que aprecien la funcionalidad de los conocimientos adquiridos. Así se establece en la nueva ley educativa<sup>1</sup>, donde la finalidad de la enseñanza de las ciencias está orientada a desarrollar en el alumnado una serie de competencias básicas que les permita desenvolverse con responsabilidad y sentido crítico en una sociedad configurada, en gran medida, por el desarrollo científico-tecnológico.

Actualmente, el modelo de *aprendizaje por investigación* se instituye como el más eficaz para el aprendizaje de la ciencia escolar (Adb-El-Khalick et al., 2004; Akkus, Gunel y Hand, 2007; Cañal, 2007; Rocard et al., 2007). Este modelo fomenta la organización de los alumnos en grupos de trabajo, que abordan el estudio de situaciones problemáticas, partiendo de sus propias ideas, en interacción permanente con los otros grupos, y bajo las orientaciones del profesor. Además, lleva inherente un proceso de regulación y evaluación permanentes del aprendizaje, donde el alumno participa activamente a través de prácticas de autoevaluación y autorregulación, coevaluación, etc.

La eficacia de este proceso está condicionada, indefectiblemente, por el clima de aula que se genere (Wenning, 2005), y por el interés que llegue a suscitar en los alumnos los problemas a investigar (Gil et al., 1999). En este sentido, Ogborn et al. (1996) sugieren dar prioridad a aquellos fenómenos científicos que puedan ser observados por los alumnos en sus vidas diarias. Asimismo, investigaciones recientes (Barab et al., 2007; Campbell y Lubben, 2000; Fusco, 2001; Rivet y Krajcik, 2008; Upadhyay, 2006) han revelado que si el estudio de tales fenómenos se aborda a través de contextos o situaciones que resulten familiares a los alumnos, se favorece el aprendizaje de los mismos; entre otros motivos, porque así «sienten» que la ciencia es algo cercano, lo que estimula su interés hacia ésta.

Otro aspecto importante, de plantear el aprendizaje de la ciencia a través de contextos (reales), es que permite analizar las causas y consecuencias del desarrollo científico-tecnológico en la sociedad, es decir, las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). Como indican diversos trabajos (García-Carmona, 2005a, 2006b; Bennett, Lubben y Hogarth, 2007; Lupión y Prieto, 2007), su integración en clase de ciencias contribuye al desarrollo de gran parte de las competencias básicas, que, hoy por hoy, se consideran esenciales para una adecuada alfabetización científica de la ciudadanía. Solbes y Vilches (2004, p. 345) escriben, al respecto, que «poner a los estudiantes, desde el principio del estudio de un tema, en la situación de reflexionar y analizar en profundidad las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, de ser capaces de evaluar y argumentar en torno a los problemas, de tener en cuenta necesariamente en cada situación el principio de precaución, de comprender la importancia de nuestras acciones individuales, etc., son aspectos imprescindibles para la formación de todas las personas.»

Actualmente, uno de los retos más importantes de la humanidad es lograr un desarrollo sostenible que venga dado por un crecimiento socioeconómico global equitativo y asumible para nuestro planeta (Haye, 2007). Un desafío, a escala

mundial, que requiere la implicación activa de toda la ciudadanía, tanto a nivel individual como colectivo, y donde el desarrollo científico-tecnológico juega un papel esencial. A este respecto, en el preámbulo de la Declaración de Budapest sobre la ciencia y el uso del saber científico (UNESCO-ICSU 1999) se puede leer que «nos encontramos en una situación de interdependencia creciente y que nuestro futuro es indisoluble 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, con el fin de lograr una mejor calidad de vida y un entorno sano y sostenible para las generaciones presentes y futuras». A colación de esto, el período 2005-2014 ha sido declarado por la UNESCO como la *Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible*, y, concretamente, el 2008 como Año Internacional del Planeta Tierra. Ello supone que problemas como el calentamiento global, las enfermedades en el tercer mundo o la contaminación de aguas, entre otros, merecen una atención especial en la educación científica (Edwards et al., 2004).

Con todo lo anterior, el potencial didáctico de abordar los problemas del mundo en clase de ciencias, podemos sintetizarlo mediante las hipótesis siguientes:

- 1) Al tener una dimensión global, también se manifiestan –lógicamente, unos en mayor medida que otros– en el contexto local del alumnado, y ello los hace especialmente interesantes para abordarlos en el seno de una investigación escolar (aprendizaje por investigación).
- 2) La amplitud de tales problemas, de marcada índole multidisciplinar, permite analizar las interacciones CTS, con vistas a favorecer una percepción adecuada de los mismos y, por ende, fomentar actitudes y comportamientos adecuados al respecto.
- 3) Los problemas del mundo constituyen un escenario ideal para plantear una enseñanza de la ciencia integrada, y más realista, en el sentido de que la percepción de dichos problemas es global, de modo que su análisis requiere la confluencia de distintos contenidos del currículo.
- 4) Existe multitud de información sobre estos problemas, con distintos enfoques y posicionamientos, que, por un lado, los hace accesibles para el alumnado y, por otro, requiere la confrontación de ideas, contribuyendo así al desarrollo de un pensamiento crítico en torno a las controversias tratadas.

## 2. OBJETIVO DE LA PROPUESTA EDUCATIVA

Con lo que acabamos de decir, nos planteamos desarrollar parte del currículo de ciencias (física-química y biología-geología) de 4º de ESO, investigando sobre algunos de los problemas a los que hoy se enfrenta la humanidad. El objetivo era contribuir a que los alumnos desarrollasen las siguientes competencias básicas:

- Entender contenidos científicos (efecto invernadero, contaminación de la biosfera, enfermedades y medicamentos, fuentes de energía, etc.) en el contexto de los problemas investigados (*Competencias científica y lingüística*).
- Valorar que el análisis y la valoración crítica de algunos problemas del mundo actual, desde la perspectiva del progreso científico-tecnológico, económico, político, social y cultural (relaciones CTS), puede contribuir al desarrollo personal como ciudadano (*Competencias social y ciudadana*).
- Desarrollar la capacidad de planificar y utilizar procedimientos, de perfil investigador, en la resolución de problemas: emisión de hipótesis, búsqueda y tratamiento de información (uso de herramientas TIC), observación, descripción, clasificación, toma de decisiones... (*Competencias científica, matemática, digital y en el tratamiento de información*).
- Aprender a elaborar informes de investigación, y concebirlas como un instrumento esencial en el aprendizaje de las ciencias (*Competencias científica y en comunicación lingüística*).
- Sentirse los principales protagonistas de un proceso de aprendizaje que suele presentar obstáculos y dificultades, pero que pueden ser superados con un buen clima de cooperación, participación y responsabilidad durante el mismo (*Competencia para aprender a aprender y desarrollo de la autonomía e iniciativa personal*).
- Asumir que la difusión de las causas y consecuencias del desarrollo científico en la sociedad requiere ser creativos, a fin de que éste puede estar al alcance de toda la ciudadanía (*Competencias ciudadana, lingüística, artística y creativa*).
- Sentirse satisfechos de ver reconocido su trabajo, siendo capaces de comunicar a sus compañeros de clase los conocimientos adquiridos y las conclusiones obtenidas (*Competencia en comunicación lingüística y desarrollo de la autonomía e iniciativa personal*).

En lo que sigue, describimos la propuesta educativa implementada y las conclusiones obtenidas a partir de la evaluación de los resultados.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA

#### Alumnado participante

La propuesta educativa se desarrolló con todos los alumnos de una clase de 4º de ESO, a los que el autor impartía tanto física-química como biología-geología, en un colegio de Sevilla. El grupo estaba formado por 23 alumnos (8 chicas y 15 chicos), de clase social media-baja, y con historiales académicos muy diversos. Además, seis

de ellos habían repetido curso, al menos en una ocasión, a lo largo de la etapa educativa. Las edades de los alumnos oscilaban entre los 15 y 18 años, con una edad media de 15,5 años. Es preciso decir, también, que el mismo profesor había impartido dichas materias a estos mismos alumnos durante el curso anterior, de modo que ya tenían alguna experiencia en lo que supone aprender ciencias investigando.

#### Desarrollo

La propuesta educativa se desarrolló durante el primer trimestre del curso, en las tres horas semanales correspondientes a la materia de biología-geología (unas 30 sesiones de clase). Si bien, aprovechando –como hemos dicho– el carácter multidisciplinar de las problemáticas abordadas y que el profesor también impartía física-química a los mismos alumnos, se trataron, de forma integrada, contenidos de las dos materias (sostenibilidad, cambio climático, contaminación de aguas, etc.). Esto favoreció, además, el cumplimiento de las programaciones curriculares previstas para ambas, al no repetir contenidos.

Los espacios de trabajo fueron el aula, la biblioteca y el aula TIC. Asimismo, como parte de las tareas debían realizarlas en casa, los alumnos también contaron con la ayuda de sus familiares.

El proceso de la investigación escolar, que se desarrolló en las fases que veremos a continuación, se sintetiza en la figura 1.

#### – Fase preliminar: Formación de equipos de trabajo y elección de los problemas de investigación

En primer lugar, los alumnos se organizaron en equipos de trabajo, de cuatro o cinco componentes, intentando que fueran lo más equilibrados posibles en cuanto a capacidades de los alumnos. Asimismo, se procuró que en todos los equipos hubiera alguna chica (grupo minoritario), a fin de favorecer la coeducación.

Una vez formados los equipos, se procedió a la selección de los problemas a investigar. Mediante una «lluvia de ideas» se elaboró una amplia lista de aquellos problemas a los que se enfrenta el mundo actualmente (aunque, luego, algunos se circunscribieran al entorno más cercano de los alumnos). Después, el profesor hizo un filtrado de la lista, dejando sólo aquellos que tenían especial interés desde el punto de vista de la ciencia escolar programada para 4º de ESO. Cada equipo podía escoger libremente el problema, de la lista depurada, que deseaba investigar. Cuando hubo coincidencia de dos equipos respecto al problema elegido, se solucionó fácilmente accediendo uno de ellos a escoger otro problema de la lista que quedara libre (no fue necesario, en ningún caso, llegar al sorteo). Los problemas que finalmente se investigaron se detallan en la tabla 1, donde, además, indicamos los contenidos del currículo de ciencias ligados a ellos, y los aspectos CTS involucrados.



Para cada punto, y antes de pasar al siguiente, los equipos hacían una breve exposición (entre 10 y 15 minutos), al resto de compañeros, sobre lo que habían investigado. Esto tenía una doble finalidad:

1) Enseñar lo aprendido hasta ese momento al resto de la clase. Aquí, los alumnos debían tomar apuntes de los aspectos más significativos de la exposición, y podían hacer cuantas preguntas aclaratorias estimasen oportunas, al final de la misma. Este proceso era moderado por el profesor.

2) Evaluar el progreso de la investigación. Después de lo anterior, y como parte de la evaluación (formativa y formadora) de la propuesta educativa, el profesor hacía a cada equipo una crítica constructiva –en voz alta– de su exposición, manifestándoles su opinión acerca de: qué aspectos habían sido bien tratados, y cuáles no, con indicación de propuestas de mejora; qué aspectos habían pasado por alto; qué dificultades de comunicación habían tenido, etc. Todo ello debía ser tenido en cuenta por los equipos a la hora de redactar el informe final de investigación. Su propósito era, por tanto, contribuir a la autorregulación del aprendizaje de los alumnos.

Si bien todos los puntos del guión de trabajo eran importantes, el marcado enfoque CTS de la investigación exigía, de alguna manera, que los equipos mostraran una atención

especial a la realización del estudio de opinión y a las propuestas de divulgación y concienciación. En relación con lo primero, cada equipo elaboró un cuestionario de encuesta, consensuado, que luego sería supervisado y depurado por el profesor, aunque respetando al máximo las ideas y decisiones tomadas por los alumnos sobre su diseño. Participaron en las encuestas profesores, alumnos de otros cursos (de secundaria, principalmente), familiares de los alumnos, amigos no pertenecientes al centro, etc. Para la organización y el tratamiento estadístico (descriptivo) de los datos (ordenación en tablas, realización de diagramas, cálculos de promedios y porcentajes, etc.), los alumnos emplearon la hoja de cálculo informática Excel. Previamente a ello, fue necesario dedicar un par de sesiones de clase a que aprendiesen su manejo.

Con respecto a la propuesta de divulgación y concienciación, la mayoría de los equipos optó por grabar en vídeo un *spot*, con guión original y creativo, y con los alumnos como actores. Con ello pretendíamos contribuir también al desarrollo de la competencia creativa de los alumnos. Creemos, además, que su potenciación en clase de ciencias es necesaria desde una perspectiva didáctica y epistemológica. La historia de la ciencia nos muestra cómo la imaginación, el ingenio y la creatividad han jugado un papel importante en la construcción y progreso del conocimiento científico (García-Carmona, 2005b).

Tabla 1  
Problemas investigados, contenidos del currículo de ciencias implicados y aspectos CTS ligados a ellos.

PROBLEMAS	CONTENIDOS CIENTÍFICOS <sup>2</sup> IMPLICADOS	CONTENIDOS CTS
¿Es la energía un problema para la sociedad actual?	Conceptos de energía, trabajo y calor Ley de conservación y transformación de la energía Concepto de eficiencia energética Fuentes de energía (renovables y no renovables) Agotamiento de recursos naturales Concepto de desarrollo sostenible	Contribución y retos de la ciencia energética en beneficio de un futuro sostenible del planeta Ventajas e inconvenientes de las distintas fuentes de energía El consumo de energía como indicador de desarrollo socioeconómico Problemas económicos y políticos relacionados con la producción y consumo de energía Problemas medioambientales asociados a la producción y consumo de energía: agotamiento de recursos naturales y contaminación de la biosfera
¿Qué problemas de contaminación tiene el agua de nuestro planeta?	Dinámica de los ecosistemas y medio ambiente Concepto de desarrollo sostenible Transformación del medio ambiente por la actividad humana Ciclo del agua Contaminación de aguas y tratamientos de depuración	Distribución y disponibilidad de agua potable en el mundo. El caso de los países subdesarrollados Políticas de agua en Andalucía y España Causas de la contaminación de aguas y consecuencias para la humanidad, resto de seres vivos y el medio ambiente, en general
¿Por qué las epidemias provocan tantas muertes en el tercer mundo? <sup>3</sup>	Conceptos de salud y de enfermedad Sistema inmunitario. Vacunas Medicamentos genéricos Tipos de enfermedades: infecciosas, hereditarias y relacionadas con la malnutrición Desarrollo y transmisión de una enfermedad infecciosa Concepto de epidemia Hábitos saludables para la prevención de enfermedades	Relaciones entre las enfermedades y los estilos de vida en el Tercer Mundo: causas sociales, económicas, políticas y culturales El riesgo de globalización de enfermedades en el mundo actual: recomendaciones de la OMS Contribución y retos de la ciencia para la erradicación de enfermedades La industria del medicamento: patentes, medicamentos genéricos y conflictos económicos y políticos Reciclado de medicamentos Papel de las ONG sanitarias
¿Por qué se está produciendo el cambio climático?	Concepto de clima Concepto de desarrollo sostenible Conceptos de calor y temperatura Contaminación atmosférica Efecto invernadero	Contribución de la actividad humana al cambio climático Políticas nacionales e internacionales orientadas a mitigar el cambio climático Repercusiones sociales, económicas y medioambientales del cambio climático
¿Es realmente la sequía una amenaza para Andalucía?	Concepto de desarrollo sostenible Ciclo del agua Sistemas morfoclimáticos árido y subárido	Efectos de la sequía en el desarrollo económico y social de las poblaciones Retos científico-tecnológicos y sociales para paliar los efectos de la sequía

– Fase final: *Elaboración del informe de investigación*

Una vez tratados todos los puntos del guión de trabajo, explicados en clase, y sometidos a la crítica constructiva del profesor, cada equipo elaboró un informe de la investigación realizada. Sintonizando con Reigosa (2007), enseñar a los alumnos a escribir informes científicos debería ser un aspecto esencial del aprendizaje de las ciencias; máxime, si éste se desarrolla en el marco de una investigación escolar. Su elaboración permite un acercamiento coherente a la actividad científica real, cuyos resultados y progresos se publican y «oficializan», generalmente, a través de informes de investigación. Pero, en el contexto educativo, quizá lo más importante de escribir un informe de investigación estriba en que estimula en los alumnos –junto a hábitos de lectura y escucha– el desarrollo de la competencia lingüística, la cual favorece la construcción de cualquier tipo de conocimiento y, particularmente, del científico (Márquez y Prat, 2005).

En la elaboración del informe no se siguió la estructura habitual de un informe de investigación (propósitos, metodología, resultados y conclusiones), sino que ésta fue adaptada al contexto de la investigación escolar realizada, conforme a los puntos del guión de trabajo desarrollado. Antes de su redacción final, se empleó una sesión de clase para aclarar algunas dudas e indicar pautas básicas sobre ello.

Cuadro 2  
Cuestionario final individual de evaluación.

<p>PRIMERA PARTE</p> <p>1) ¿Qué ideas básicas destacarías como más importantes de cada uno de los problemas investigados? Señala al menos tres ideas para cada uno de ellos.</p> <p>2) ¿Cómo crees que puede solucionarse el problema que has abordado en tu trabajo?</p> <p>SEGUNDA PARTE</p> <p>1) ¿Qué es lo que más te ha gustado, y lo que menos, del trabajo que has realizado? ¿Por qué?</p> <p>2) ¿Para qué os han servido las exposiciones, al resto de compañeros, de cada uno de los puntos del trabajo?</p> <p>3) ¿Prefieres estudiar ciencias así, mediante investigaciones como la realizada, o de la forma habitual? ¿Por qué?</p>
---

**Proceso e instrumentos de evaluación**

Dado el carácter cualitativo del estudio, la evaluación de las competencias desarrolladas por los alumnos se hizo desde una perspectiva descriptiva, mediante los instrumentos de evaluación siguientes:

– *Observación continuada del trabajo diario de cada equipo*, con especial atención a las exposiciones de los avances de sus investigaciones al resto de la clase. Esto permitió evaluar, tanto desde una perspectiva global como individual, la capacidad comunicativa (oral) de los alumnos; la destreza para recabar información (tanto a través de libros, Internet, etc., como mediante la elaboración de cuestionarios propios), ordenarla, interpretarla y tratarla (digital y matemáticamente); el interés y la capacidad de superar los

obstáculos surgidos a lo largo de la investigación, en aras de autorregular su aprendizaje (competencia para aprender a aprender); la cooperación entre compañeros, y el desarrollo de la autonomía e iniciativa personal de los alumnos. Asimismo, la competencia artística y creativa de los alumnos, puesta de manifiesto en los murales y vídeos realizados.

– *Valoración del informe final de investigación*. Permitió evaluar: a) la comunicabilidad (escrita) de los resultados de cada equipo; b) las principales ideas adquiridas por los alumnos, en torno a las problemáticas abordadas (competencia científica); c) las propuestas de difusión de los problemas (contenido de los murales, guiones de los vídeos), con el fin de concienciar a la ciudadanía; y d) los compromisos adquiridos después de realizar la investigación (competencia social y ciudadana).

– *Cuestionario final individual de respuestas abiertas* (Cuadro 2). Como complemento de los instrumentos anteriores, permitió profundizar en las ideas esenciales adquiridas por los alumnos, y en sus posicionamientos o compromisos ante ellos (competencia social y ciudadana). Asimismo, estuvo orientado a conocer las impresiones de los alumnos acerca de la metodología de aprendizaje impulsada.

**4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA. RESULTADOS**

Como acabamos de decir, los instrumentos de evaluación utilizados permitieron valorar las competencias básicas desarrolladas por los alumnos, tanto individual como a nivel de grupo. Si bien, con objeto de ofrecer una visión general de los logros alcanzados, nos limitaremos a exponer los resultados desde una perspectiva global y para el conjunto de la clase. Asimismo, con el fin de proveer a dichos resultados de cierto grado de confirmabilidad, como componente de calidad de la propuesta educativa desarrollada (Latorre, 2003), emplearemos descriptores de baja inferencia, citas textuales de las opiniones y argumentos dados por los alumnos en el cuestionario y en los informes.

**Ideas y compromisos adquiridos por los alumnos: desarrollo de las competencias científica, social y ciudadana**

Tal como señalábamos al principio, con la propuesta educativa intentamos que los alumnos aprendiesen ciencia a través de determinados contextos y desde una perspectiva CTS, entendiendo que así los conocimientos adquieren un carácter funcional de cara a la formación de éstos como ciudadanos. En consecuencia, y aun cuando los alumnos aprendieron conceptos y leyes científicas básicas relacionadas con los problemas abordados, prestamos especial atención a los conocimientos o ideas CTS adquiridas. Dichas ideas pudimos extraerlas de las conclusiones de los informes de investigación y del cuestionario final. De este último, dado que fue cumplimentado individualmente, consideramos sólo aquellas ideas que fueron expresadas, al menos, por una tercera parte de la clase, a fin de que éstas pudieran ser consideradas mínimamente representativas. En la tabla 2 se recoge una síntesis de esas ideas CTS.

Tabla 2  
Ideas CTS destacadas por los alumnos como básicas, en relación con los problemas investigados.

PROBLEMAS INVESTIGADOS	PRINCIPALES IDEAS CTS
Enfermedades y Tercer Mundo	Los medicamentos pueden ser reciclados Las enfermedades matan cada año a miles de personas en el Tercer Mundo por falta de alimentos, malnutrición, falta de educación para la salud, etc. Detrás de la investigación y elaboración de medicamentos hay grandes intereses económicos No existe un verdadero compromiso político para resolver el problema
Energías renovables vs. no renovables	La mayor parte de la energía que consumimos procede de fuentes no renovables, que suelen ser más contaminantes que las fuentes de energía renovables o alternativas Las energías alternativas aún están poco explotadas/desarrolladas Concienciación insuficiente de la sociedad por el ahorro y consumo responsable de energía
Contaminación de aguas	La contaminación del agua ocasiona una cadena de efectos que terminan siendo nocivos para la salud y el medio ambiente en general El hombre es el principal responsable de la contaminación del agua de nuestro planeta El agua potable sólo supone alrededor del 1% del agua total del planeta, y ello implica que hay que mirar por ella Falta de compromiso social y político por el cuidado del agua Está ocasionada por la acción del hombre (grandes emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, procedente de industrias, vehículos, etc.)
Calentamiento global	Está provocando un aumento progresivo del nivel del mar (por el derretimiento de los polos), que terminará por sumergir muchas ciudades actuales con escasa altitud Está alterando el clima del planeta (cambios de temperatura, sequías, inundaciones, etc.) y ello, a su vez, los ecosistemas, ciclos vitales, proliferación de enfermedades, etc. El efecto invernadero es beneficioso para la vida en la Tierra, pero no en exceso Insuficiente interés económico y falta de compromiso político de los países desarrollados, por evitar el calentamiento global
Sequía	Es, junto con otros factores, una de las causas de desertización en Andalucía. Exige una mayor concienciación de la ciudadanía para no despilfarrar agua, sobre todo, potable Favorece la proliferación de enfermedades y epidemias, sobre todo en países subdesarrollados

Tabla 3  
Compromisos adquiridos por los diferentes equipos a partir de la investigación realizada.

PROBLEMAS INVESTIGADOS	COMPROMISOS
Enfermedades y Tercer Mundo	Reciclar medicamentos que ya no nos sirven Colaborar con alguna ONG sanitaria Intentar concienciar a nuestros amigos de la importancia del reciclado de medicamentos
Energías renovables vs. no renovables	Estamos dispuestos a: 1) no despilfarrar tanta energía eléctrica en casa y en el colegio; 2) utilizar en cada momento sólo aquellos aparatos que sean realmente necesarios y de la manera más eficiente
Contaminación de aguas	Puesto que el agua suele contaminarse por los residuos descontrolados que generamos, estamos dispuestos a: 1) no tirar objetos inservibles en cualquier sitio; 2) reciclar todo lo posible, echando los distintos tipos de residuos en sus contenedores correspondientes; 3) cuidar nuestros objetos para que no se estropeen y no los tengamos que tirar tan pronto
Calentamiento global	Convencer a nuestros familiares y amigos de que utilicen menos el coche y más el transporte público, bicicleta, caminar, etc. Reciclar todo lo posible, separando adecuadamente los residuos que generamos en casa Comprar y utilizar productos reciclados Pedir a nuestros padres que compren más alimentos frescos Intentar no tener tantas lámparas y aparatos electrodomésticos encendidos, a la vez, en casa Utilizar en casa lámparas de bajo consumo
Sequía	Nos hemos dado cuenta de que no podemos gastar tanta agua inútilmente, así que nos hemos comprometido a gastar la mitad del agua que gastamos habitualmente. Como dice el anuncio: «una gota cuenta»

Pero la educación científica no debe tener como fin último que los alumnos adquieran una serie de ideas sin más. Entendiendo que el aprendizaje debe tener un carácter funcional, la adquisición de tales ideas debe ser el argumento y estímulo de una serie de compromisos y actuaciones personales, que ayude a los alumnos a ser ciudadanos críticos y responsables ante las exigencias de la sociedad actual. De ahí que al finalizar la investigación les solicitáramos que enumerasen aquellos compromisos que estaban dispuestos a adquirir, después de conocer las causas y consecuencias de los problemas abordados. La tabla 3 muestra los compromisos manifestados por los componentes de cada equipo.

### Valoración global del proceso de enseñanza/aprendizaje y desarrollo del resto de competencias

Aun cuando la observación continuada del profesor permitió evaluar el grado de desarrollo de las diferentes competencias, en la valoración global del proceso de enseñanza/aprendizaje consideramos, principalmente, las reflexiones y apreciaciones de los alumnos. Y es que, aunque las estimaciones del profesor fueron, en general, bastante positivas, éstas no dejaban de ser la valoración de quien plantea la propuesta educativa y desea obtener buenos resultados –con el riesgo de sesgo que ello conlleva. Asimismo, creemos que dentro de la complejidad que supone todo proceso educativo, los alumnos son los que, en definitiva, pueden darnos la mejor información sobre su propio aprendizaje.

En relación con los diferentes puntos de la investigación realizada por los alumnos, lo que más les agradó fue la campaña de concienciación, la cual, además del desarrollo de la competencia artística y creativa, exigía integrar los conocimientos científicos adquiridos con posicionamientos actitudinales, encaminados a remover conciencias respecto a las problemáticas abordadas. Esto lo expresaron los alumnos con afirmaciones como las siguientes:

Fernando: *«Lo que más me ha gustado ha sido hacer el vídeo de concienciación; hacer el guión exigía saber mucho sobre el tema que hemos investigado.»*

Carlota: *«Lo que más me ha gustado ha sido la última parte del trabajo en la que teníamos que concienciar a la gente sobre esta problemática [conflictos entre creacionismo y evolucionismo] con un spot porque fue muy divertido y quedó muy claro el objetivo del trabajo.»*

A fin de ilustrar de algún modo en qué consistió dicha campaña de concienciación, en el anexo 1 mostramos el guión del spot, grabado en vídeo, por el equipo que investigó el problema de las enfermedades en el Tercer Mundo.

También, aunque en menor proporción que en lo anterior, los alumnos destacaron el interés del estudio de opinión realizado, fundamentalmente porque hacían partícipes a otras personas en una investigación donde ellos son los principales protagonistas. Esto fue expresado de forma similar a la siguiente:

Fran: *«Lo que más me ha gustado es hacer los cuestionarios a la gente, porque es muy interesante conocer la opinión de la gente sobre nuestro trabajo.»*

En el anexo 2 se muestra, a título de ejemplo, el cuestionario de encuesta elaborado por el equipo dedicado al estudio de la contaminación del agua.

En cuanto a la metodología de aprendizaje basada en la investigación, los alumnos destacaron la motivación que ésta les suscitó, frente al bajo interés que suele generarles la metodología habitual, basada en la transmisión-recepción de conocimientos ya elaborados –con el libro de texto como principal recurso:

Enrique: *«Prefiero mil veces estudiar así [aprendizaje por investigación] que siguiendo el libro, porque con éste se hacen los temas interminables y muy aburridos, y casi nunca me entero de nada. De esta forma [aprendizaje por investigación] me entero de las cosas y además me lo he pasado bien.»*

Carlota: *«Prefiero estudiarlos así [aprendizaje por investigación] porque es una forma amena de aprender. Además, creo que con los libros no nos motivamos tanto y, sin embargo, por este método hemos aprendido lo básico de cada tema con entusiasmo.»*

Dentro del carácter estimulador del aprendizaje por investigación, los alumnos hacen alusión a la importancia del trabajo en equipo como escenario que propicia el aprendizaje colaborativo:

Fran: *«Prefiero hacerlo como lo hemos hecho, ya que así trabajamos en grupo; quieras que no, es más divertido estudiar los temas con los compañeros; por otra parte, desde mi punto de vista se aprende más.»*

Amanda: *«Este método nos hace colaborar y ayudarnos entre los compañeros.»*

Esperanza: *«Prefiero trabajar en grupo, ya que nos ayudamos unos a otros y así buscamos más cosas [...]»*

Algunos alumnos también resaltaron que dicho método de aprendizaje propicia la construcción ordenada, progresiva y significativa de los conocimientos:

Manu: *«Me gusta más así porque vamos aprendiendo poco a poco, parte por parte, y me voy enterando mejor. No es el caso de la forma habitual, que me estudio los temas de memoria y después no me acuerdo de nada.»*

Amanda: *«Me ha gustado mucho cómo hemos hecho el trabajo. En la forma habitual, lo único que tienes que hacer es ponerte delante del libro. Creo que como lo hemos hecho es mejor porque, sin necesariamente estudiar, ni decir las cosas de memoria, aprendemos de qué va el tema.»*

Con respecto a las exposiciones en clase de los avances de la investigación, los alumnos destacaron la contribución de éstas a la autorregulación de su aprendizaje (competencia para aprender a aprender):

Silvia: *«Explicar a los compañeros nuestro tema nos ha servido a nosotros también para comprenderlo mejor, ya que al explicarlo nos poníamos a prueba de si lo habíamos entendido bien.»*

Rafa: «Nos ha servido porque, si fallábamos en algo, el profesor nos corregía y nos ayudaba a encauzar el trabajo hacia el destino correcto.»

Enrique: «Las exposiciones nos han servido para [...] corregirnos unos a otros y aprender de los errores cometidos.»

Hiniesta: «Las exposiciones me han servido para darme cuenta de si me había enterado bien de lo que estaba investigando [...]. Exponer sirve, sobre todo, para evaluarte a ti mismo y al grupo sobre lo que íbamos aprendiendo.»

Asimismo, señalan el papel jugado por tales exposiciones en el desarrollo de su competencia comunicativa e iniciativa personal:

Silvia: «Al tener que exponer aprendes a cómo expresarte y a involucrarte en situaciones así.»

Ana M<sup>a</sup>: «Me ha servido para no tener vergüenza ante los compañeros, estar más suelta a la hora de explicar [...]»

Esperanza: «A mí me han servido para perder un poco la vergüenza, por así decirlo, para hablar delante de todo el mundo. También me ha ayudado a “obligarme” a estudiármelo bien para poder contestar a las preguntas de los compañeros.»

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos han permitido verificar, aunque desde una perspectiva cualitativa y concreta de la praxis docente, las hipótesis didácticas establecidas al principio. Hemos podido comprobar que desarrollando el currículo de ciencias de forma integrada y contextualizada en determinados escenarios (en este caso, algunos problemas del mundo), donde las situaciones problemáticas se analizan desde un enfoque CTS, se contribuye a que la educación científica adquiera un verdadero sentido para los alumnos (aprendizaje funcional); fundamentalmente, con vistas a su formación como ciudadanos perceptivos, críticos y responsables. Esto, que puede catalogarse de adecuado desarrollo de las competencias científica, social y ciudadana, lo concluimos a partir de: a) las ideas CTS adquiridas por los alumnos, b) las campañas de concienciación diseñadas, y c) los compromisos personales asumidos en torno a los problemas abordados.

No obstante, la eficacia de cualquier enfoque curricular viene determinada, en gran medida, por la metodología con la que sea implementado en el aula. En nuestro caso, el hecho de haber planificado el proceso de enseñanza/aprendizaje en el marco de una investigación escolar, ha sido esencial para la consecución del objetivo de la propuesta educativa. Se ha promovido el modelo de *aprendizaje por investigación*, cuya ejecución ha supuesto uno de los principales motores de motivación para los alumnos. Asimismo, el modo en que dicho modelo ha sido implementado en el aula, además de favorecer la asimilación progresiva y significativa de los contenidos tratados, ha requerido de los alumnos el uso y potenciación de otras competencias básicas. En efecto, con la puesta en práctica

de la propuesta educativa creemos haber contribuido a que los alumnos, en general, fueran competentes en:

1) Expresar sus ideas y conocimientos, tanto de forma oral (discusiones dentro de los equipos y en las exposiciones ante el resto de compañeros) como escrita (redacción del informe de investigación), fortaleciéndose así su competencia en comunicación lingüística.

2) Buscar información a través de diferentes medios (escritos y digitales), analizar e interpretar su contenido, y gestionarlo convenientemente, según los requerimientos de cada momento.

3) Elaborar instrumentos de investigación, como es un cuestionario de encuesta, para obtener datos en torno a una determinada cuestión, y, luego, gestionarlos con un programa informático para su tratamiento estadístico, a fin de poder extraer conclusiones de ellos.

4) Concebir el aprendizaje como un reto estimulante, que requiere un proceso de construcción progresivo, y donde ellos son los principales protagonistas.

5) Entender que para aprender es fundamental tener iniciativa personal, adquirir cierta autonomía, cooperar con los compañeros, y, sobre todo, asumir y reconocer los errores u obstáculos que surgen durante el proceso, a fin de poder gestionarlos convenientemente para su superación (autorregulación del aprendizaje).

6) Reconocer el papel de la creatividad y el ingenio a la hora de transmitir ideas y posicionamientos, orientados a remover la conciencia de otras personas, en torno a determinados problemas.

7) Asumir, en definitiva, que la verdadera educación científica es algo más complejo y enriquecedor que la mera transmisión de conocimientos «objetivos» ya elaborados.

Consecuentemente, y para finalizar, concluimos diciendo que con propuestas educativas como la descrita se contribuye al desarrollo de las capacidades, habilidades, competencias y valores, que, hoy día, exige una adecuada alfabetización científica para la ciudadanía.

## NOTAS

1. Ley Orgánica de Educación (LOE), Real Decreto 2/2006, de 3 de mayo.
2. Lógicamente, al abordar los contenidos en el marco de una investigación escolar, en todos los casos estuvo presente uno de los contenidos básicos del currículo de ciencias de la ESO: la aproximación al trabajo científico.
3. Parte de los contenidos científicos abordados en este problema suelen ser introducidos en la materia de biología-geología de 3º de ESO, si bien, en esta ocasión no fue posible por motivos de tiempo (la materia sólo cuenta con dos horas lectivas semanales); de modo que decidimos posponer su estudio a 4º de ESO, ya que todos los alumnos optaron por estudiarla en el siguiente curso.
4. Se matizó a los alumnos lo que queríamos decir con lo de «forma habitual»: enseñanza basada en la transmisión de conocimientos ya elaborados por parte del profesor, siguiendo lo establecido en el libro de texto, y con una recepción pasiva y acrítica de tales conocimientos por parte de los alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADB-EL-KHALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N.G., MAMLOK-NAAMAN, R., HOFTEIN, A., NIAZ, M., TREAGUST, D. y TUAN, H.L. (2004). Inquiry in Science Education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), pp. 397-419.
- AKKUS, R., GUNEL, M. y HAND, B. (2007). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), pp. 1745-1765.
- BARAB, S., ZUIKER, S., WARREN, S., HICKEY, D., INGRAM-GOBLE, A., KWON, E.J., KOUPER, I. y HERRING, S. (2007). Situationally embodied curriculum: Relating formalisms and contexts. *Science Education*, 91(5), pp. 750-782.
- BENNETT, J., LUBBEN, F. y HOGARTH, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), pp. 347-370.
- CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), pp. 155-169.
- CAMPBELL, B. y LUBBEN, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, 22(3), pp. 239-252.
- CAÑAL, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, pp. 9-19.
- CARRÉ, A., GOFFARD, M. y PESSOA, A.M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 311-320.
- EDWARDS, M., GIL, D., VILCHES, A. y PRAIA, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), pp. 47-64.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 365-376.
- FUSCO, D. (2001). Creating relevant science through urban planning and gardening. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), pp. 860-877.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2005a). Relaciones CTS en el estudio de la contaminación atmosférica: una experiencia con estudiantes de secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2). Disponible en <[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3\\_Vol4\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N2.pdf)>.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2005b). Casualidad, inspiración y descubrimientos científicos. *Red Científica: Ciencia, Tecnología y Pensamiento*, 47. Disponible en <<http://www.redcientifica.com/doc/doc200209150001.html>>.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2006a). ¿Qué visión de la Física tiene el alumnado de los niveles básicos de enseñanza? *Revista Española de Física*, 20(3), pp. 44-47.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2006b). Interacciones CTS en el aprendizaje del electromagnetismo: Una experiencia para el desarrollo de actitudes de responsabilidad. *Investigación en la Escuela*, 58, pp. 79-91.
- GIL, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, J., GONZÁLEZ, E., DUMAS-CARRÉ, A., GOFFARD, M. y PESSOA, A.M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- HAYES, D. (2007). Diez problemas no resueltos en 2007. *El País, Edición digital ELPAÍS.com* (31/12/2007).
- LATORRE, A. (2003). *La Investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- LUPIÓN, T. y PRIETO, T. (2007). El desarrollo de competencias para la educación ciudadana mediante el tema de la contaminación. *Alambique*, 54, pp. 7-15.
- MÁRQUEZ, C. y PRAT, A. (2005). Leer en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), pp. 431-440.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: OUP.
- PISA (2006). Informe en español, disponible en <<http://www.mec.es/multimedia/00005713.pdf>>.
- REIGOSA, C.E. (2007). Influencia de una intervención educativa basada en la escritura de informes de investigación sobre el aprendizaje conceptual y la transferencia de conocimiento a la interpretación de situaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), pp. 259-266.
- RIVET, A.E. y KRAJCIK, J.S. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), pp. 79-100.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H., y HEMMO, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bélgica: Unión Europea.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 337-348.
- TRAVÉ, G., POZUELOS, F. y CAÑAL, P. (2006). ¿Cómo enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39/5. Disponible en <<http://www.rieoei.org/1366.htm>>.
- 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. Disponible en <<http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>>.
- UPADHYAY, B.R. (2006). Using students' lived experiences in an urban science classroom: an elementary school teacher's thinking. *Science Education*, 90, pp. 94-110.

VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J.A. y MANASSERO, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2). Disponible en <[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5\\_Vol4\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf)>.

WENNING, C.J. (2005). Minimizing resistance to inquiry-oriented science instruction: The importance of climate setting. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(2), 10-15. Disponible en <<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>>.

[Artículo recibido en enero de 2008 y aceptado en junio de 2008]

ANEXO 1

Guión del vídeo de sensibilización realizado por el grupo «enfermedades y Tercer Mundo».

**Primera escena**

Hiniesta hace el papel de una chica enferma. Se encuentra en su cama acostada porque no se encuentra bien. Se despierta con un golpe de tos y decide ir a buscar algún medicamento que le alivie:

– Chica enferma: *¡Qué mala estoy, me duele todo! Voy a ver qué tengo por ahí; seguro que algún jarabe o alguna pastilla habrá.*

A continuación, se incorpora y se dirige al cuarto de baño donde se encuentra el botiquín. Al buscar algo que tomarse, se encuentra con dos cajas de pastillas; una no las utiliza nunca y la otra está caducada:

– Chica enferma: *¡Vaya!, estas pastillas están caducadas, y... éstas, nunca me las tomo. Las tiraré.*

En este momento entra en escena Enrique, que hace el papel de hermano de Hiniesta, y que se encontraba en la ducha:

– Hermano: *Pero ¿qué dices? ¿Cómo vas a tirar esos medicamentos? Si los reciclas, muchos niños del tercer mundo podrían salvarse.*

– Chica enferma: *No creo que por dos cajillas... Además, de eso se deben encargar los políticos, ¿no?*

– Hermano: *¿Tú crees eso?*

– Chica enferma: *Yo... yo lo que quiero es aliviar mi malestar.*

**Segunda escena**

Entran en escena Fernando, que hace el papel de un presidente de gobierno del primer mundo, y Esperanza, que actúa de secretaria del presidente. Aparece Fernando mirando un mapamundi y con gesto preocupado:

– Presidente: *A dos días de la guerra y las tropas sin mandar. ¡Esperanza! ¡Esperanza! ¿Por qué siguen aún aquí las tropas?*

– Secretaria: *Perdimos mucho tiempo pensando en mandar las tropas a un país u otro.*

– Presidente: *No teníamos que haber dudado tanto y haberlas mandado ya a los dos sitios.*

– Secretaria: *Es que eso requería mucho dinero, hace falta mucho armamento.*

**Tercera escena**

De nuevo en el cuarto de baño:

– Hermano: *Anda, tómate este paracetamol con el que te pondrás mejor y luego iremos a la farmacia.*

Aparecen en una farmacia real (la dependienta de la misma colabora en la escena) la chica enferma y su hermano:

– Hermano: *Buenas tardes, le traemos medicamentos para reciclar.*

– Dependienta: *Muchas gracias, así contribuimos a fabricar nuevos medicamentos que pueden ser enviados a donde más se necesitan.*

– Chica enferma: *No conocía este sistema.*

– Hermano: *Es una forma de no despilfarrar y ayudar al tercer mundo.*

**Cuarta escena**

De nuevo, en la oficina del gobierno:

– Esperanza: *Señor presidente, estaba yo pensando... ¿por qué no mandamos dinero al Tercer Mundo? Tenemos suficiente.*

– Presidente: *Está bien, seamos solidarios. ¿Por qué no había pensado esto antes?*

– Esperanza: *Nos pudo la avaricia. Estábamos más pendientes de matar que de salvar.*

**Quinta escena**

Secuencia de fotos sobre las precarias situaciones del Tercer Mundo, y las voces en «off» de los actores hablando lo que podemos hacer para ayudar en relación con la problemática de los medicamentos.

**Sexta escena**

Salen todos los actores juntos y gritan: *«¡Reciclemos los medicamentos!»*

## ANEXO 2

## Cuestionario de opinión elaborado por el grupo «contaminación del agua».

1. ¿Sabe algo de la contaminación del agua?
  - a) Sí, mucho
  - b) No, nada
  - c) Algo
  - d) Casi nada
  
2. ¿En qué consiste la contaminación del agua?
  - a) Verter residuos a ríos y mar
  - b) Derrochar cantidades ingentes de agua
  - c) Abundancia de pitofina en el agua
  - d) Otros. ¿Cuáles?
  
3. ¿Sabría decir qué características adquiere el agua contaminada? (Una o varias opciones)
  - a) Olor
  - b) Sabor
  - c) Sonido
  - d) Color
  - e) Materiales
  - f) Brillo
  
4. ¿Sabe qué procesos se utilizan para descontaminar el agua?
  - a) No
  - b) Sí. ¿Cuáles?
  
5. ¿Cree que la contaminación del agua acarrea problemas económicos y sociales?
  - a) No
  - b) Sí. ¿Cuáles?
  
6. ¿Cree que los políticos hacen todo lo que pueden para evitar la contaminación del agua?
  - a) Sí, mucho
  - b) Regular
  - c) Poco
  - d) Nada
  
7. ¿Cree que la sociedad está concienciada de este gran problema?
  - a) Sí, mucho
  - b) Regular
  - c) Poco
  - d) Nada
  
8. ¿Cree que puede desaparecer el agua potable en un futuro?
  - a) Sí
  - b) No
  - c) No sé, pero me preocupa
  - d) No sé, y no me preocupa
  
9. ¿Hace algo para no contaminar el agua?
  - a) No
  - b) Sí. ¿Qué hace?

## STS relationships in basic science education II: researching the world problems

GARCÍA-CARMONA, ANTONIO

Colegio Luisa de Marillac (Sevilla)

agarciaa@cofis.es

### Abstract

This paper presents an educational proposal oriented to develop a part of the science curriculum of 4<sup>th</sup> year of Secondary Education (15-16 years of age), by means of an analysis of some actual World problems. Its design is based on the following hypotheses: 1) World problems becoming familiar and accessible to students whereby it encourages the students' interest in them; 2) they have a multidisciplinary character that allow to integrate several contents in a same context; 3) they allow to value the Science-Technology-Society (STS) interactions that favour an adequate and realist vision of them; 4) they favour the students' criticisms and responsible thinking; and 5) they are an ideal context to perform the inquiry-based science education.

The implementation phases of the proposal were developed in the context of a school research by means of the following outline:

1. Introduction: What is the problem that we going to research? Why is its study interesting?
2. What science is behind the topic? Scientific foundations.
3. How do economic, political, social, cultural,... aspects interact with the scientific-technology development in question? STS relationships.
4. What do our friends, family, schoolmates, etc. know about the inquiry problem? Study of opinion.
5. What can we do to spread the problematic issues and to make the citizens aware before this? Diffusion and awareness proposals.
6. What are the members of your work group determined to do or say in order to try eradicate or attenuate the problem?

The topics tackled in the school research were: (a) The energy problem, (b) water pollution, (c) epidemics in the Third World, and (d) climate change.

The implementation phases of the proposal in the classroom were the followings:

- Preliminary phase: formation of the work groups and election of the research problems.
- Development phase: outline and methodology of work.
- Final phase: writing of the research report.

The results obtained have allowed to verify the hypotheses

established at the beginning. We have observed that if the science curriculum is developed in a contextualized and integrated way, where the problems are analysed from a STS approach, the science education acquires a truer sense for the students for the sake of their education as perceptive, critical and responsible citizen. The development of the scientific, social and civic competences was verified from: (a) the STS ideas acquired by students, (b) the campaigns of awareness designed, and (c) the commitment personals acquired by students regarding the approached problems.

Also, the planning of the teaching/learning process in the context of a school research has been essential in order to achieve the objective of the educational proposal. As well as having supposed one of the principal motivation driving forces for the students, this educational methodology has contributed to the students, in general, to go so far as to be capable of:

- Expressing their ideas and knowledge in a oral and written forms thus strengthening their competence in linguistic communication.
- Looking for information by means of different sources, analysing and interpreting the content, and managing suitably according to the requests of each moment.
- Designing research instruments, as a questionnaire, in order to obtain data regarding to a determinate question, and then handle it by means of an informatic program for their statistical treatment in order to extract conclusions.
- Understanding learning as a stimulate challenge that requires a process of progressive construction, where students are the principal protagonists.
- Understanding that in order to learn is fundamental in having a personal initiative, acquire certain autonomy, and especially assume and recognize the mistakes and obstacles that appear during the process in order to be able to handle them and overcome them conveniently (self-regulation of the learning).
- Recognizing the roll of creativity and ingenuity at the moment of transmitting ideas and opinions oriented to getting moving the conscience of other people, regarding certain problems.
- Finally, the assumption that the true science education is something more complex and richer than a mere transmission of objective knowledge already elaborate.

Consequently, we conclude that by means of educational proposals as this we can contribute to the development of capacities, skills, competences and values that an adequately scientific literacy demands today.