

APQUA: UN PROYECTO CTS A PARTIR DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS

DRA. MAGDA MEDIR MERCÉ*
DRA. MONTSE ABELLÓ AULÉS**

Resumen

APQUA, Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones, es un proyecto educativo CTS desarrollado en España. Es el resultado de la colaboración establecida entre el programa SEPUP (Science Education for Public Understanding Program) del Lawrence Hall of Science de la Universidad de California y la Universidad Rovira i Virgili, en Tarragona.

Su objetivo es conseguir que las personas aprendan a obtener información sobre los productos químicos y comprendan cómo éstos interaccionan con las personas y con el medio (Thier, 1985). APQUA además, a partir de temas sociales de actualidad relacionados con los productos químicos, proporciona a los alumnos el conocimiento, la comprensión y las habilidades necesarias para que puedan tomar más efectivamente sus decisiones, y participar activamente como miembros de una sociedad libre y democrática.

En el artículo se presenta cuál es el enfoque CTS particular de APQUA, su fundamentación psicopedagógica, qué material utiliza, su extensión actual y los resultados de los últimos estudios de evaluación realizados.

Abstract

APQUA (Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones) is a STS educational program developed in Spain under a collaboration agreement between SEPUP (Science Education for Public Understanding Program) of the University of California and the University Rovira i Virgili at Tarragona (Spain). The goal of APQUA is to achieve that people learn to obtain information about chemicals, and understand how they interact with people and the environment (Thier, 1985). APQUA, focusing on current societal issues related with chemicals, provide people the necessary knowledge, understanding and skills, so that individuals can more effectively make their own decisions and actively participate as a members of a free and democratic society. The STS approach of APQUA, and its psychopedagogic basis are presented on this paper. Also, the APQUA's instructional material available, its diffusion, and the results of the last assessment studies done by the APQUA staff, are explained.

* Directora del Proyecto APQUA, Profesora Titular, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias de la Educación y Psicología, Universidad Rovira i Virgili.

** Colaboradora científica del Proyecto APQUA, Profesora ayudante, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Química, Universidad Rovira i Virgili.

1. ¿Qué es y qué pretende el Proyecto APQUA?

APQUA, Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones, es un proyecto educativo de ciencias, que se desarrolla desde el año 1988 en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, con la finalidad de:

- elaborar nuevos materiales sobre los productos y procesos químicos que enseñen, a nivel de primaria y secundaria, conceptos científicos básicos, subrayando aquellos temas y cuestiones de interés social que preocupen a la juventud, y
- ayudar a enfrentar la necesidad de informar al público en general respecto a cuestiones relacionadas con el uso de los productos químicos en la sociedad (CEPUP-DEQ, 1988).

APQUA nace como resultado de la colaboración establecida, en el campo de la investigación educativa en ciencias, con el programa CEPUP –Chemical Education for Public Understanding Program– (Thier y Hill, 1988) del Lawrence Hall of Science de la Universidad de California en Berkeley (CEPUP-DEQ, 1988), actualmente SEPUP –Science Education for Public Understanding Program– (SEPUP, 1994).

La iniciativa de desarrollar un proyecto educativo de estas características en la Comarca del Tarragonès se fundamentó en tres factores contextuales bien determinados (Giralt y Medir, 1992; Medir, Thier y Giralt, 1992; Abelló, 1995):

- la observación de una preocupación creciente en la sociedad respecto al medio ambiente, la salud y la calidad de vida, acompañada de una fuerte aversión con referencia a los productos químicos o “la química”,
- la existencia en la zona de uno de los polígonos petroquímicos más importantes del sur de Europa, y
- la necesidad como educadores/as de formar la población en el campo de la ciencia y de la tecnología, y más concretamente

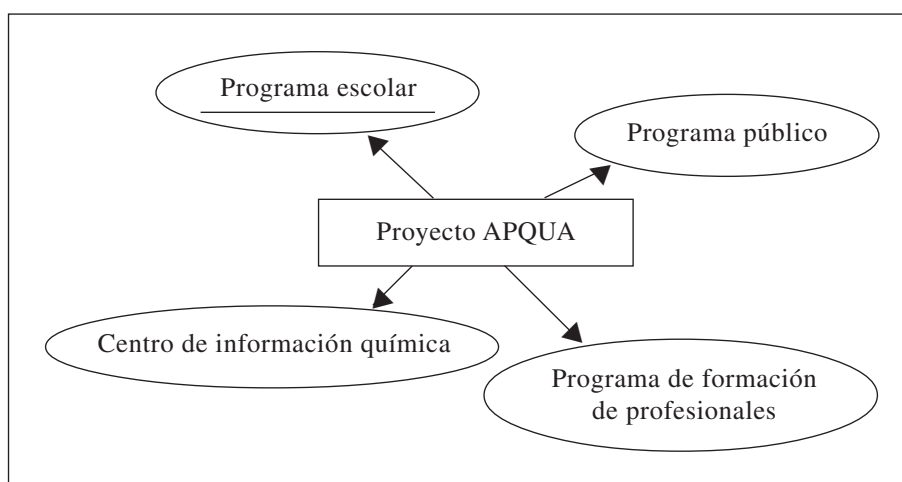
sobre los productos y los procesos químicos, para que ésta pueda comprender, juzgar y actuar de manera crítica y responsable sobre estos temas.

El proyecto APQUA consta actualmente de cuatro líneas de trabajo, claramente diferenciadas (Figura 1.1):

- el programa escolar, dirigido a los estudiantes de la educación obligatoria, y en el cual se centra el presente artículo,
- el programa público, dirigido a la población adulta en general,
- el centro de información química (CIQ), una base de datos informatizada que, de manera sencilla, pone en manos de la población información básica sobre los productos químicos, y
- el programa de formación de profesionales, dirigido a todo tipo de personal de la industria y de la administración, así como a otros grupos profesionales que tengan relación con los productos químicos o interés en el tema.

Figura 1.1

Principales líneas de trabajo del proyecto APQUA



Así pues, y sintetizando todo lo anterior, APQUA se define como un proyecto educativo dirigido a toda la población y centrado en los productos y los procesos químicos y en el riesgo que su uso representa para las personas y para el medio (Abelló y Medir, 1997). Sus principales objetivos formativos son:

- desarrollar una mayor conciencia, conocimiento y comprensión pública de los productos químicos y de cómo éstos interaccionan con nuestras vidas,
- promover el uso de principios y procesos científicos y de la evidencia a la hora de tomar decisiones,
- suministrar a las personas los conocimientos necesarios para que puedan tomar sus propias decisiones y participar de una manera más efectiva como miembros de una sociedad libre y democrática, y
- conseguir que las personas aprendan a obtener información sobre los productos químicos.

2. Bases teóricas de APQUA: un proyecto CTS

2.1. ¿Cuál es el enfoque CTS de APQUA?

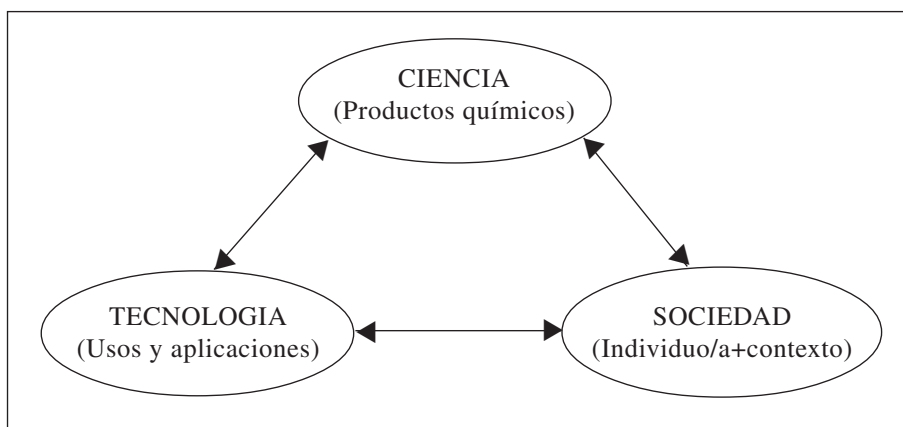
APQUA, como cualquier proyecto educativo de ciencias –tal y como lo define Caamaño (1994)–, presenta una determinada orientación y estructura de sus contenidos y una determinada fundamentación psicopedagógica o didáctica.

La particular interrelación que establece el proyecto APQUA entre la química (Ciencia), sus aplicaciones (Tecnología) y las personas y su entorno (Sociedad) lo conducen a ser considerado uno de los pocos proyectos educativos de ciencias del Estado español con un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) (Caamaño, 1994; Membiela, 1995, 1997).

Los grandes bloques de contenido del proyecto muestran su preocupación por desarrollar en la población un conocimiento, una comprensión y una conciencia de las interacciones entre los productos químicos (Ciencia), sus usos (Tecnología) y nosotros mismos (Sociedad), de cómo pueden afectarnos dichas interacciones y de cuál es nuestro papel en ellas en cuanto miembros de una sociedad democrática.

Figura 2.1

Enfoque CTS del proyecto APQUA



Como es bien conocido, lo que pretende el movimiento educativo CTS es promover la alfabetización en ciencia y tecnología de todos los ciudadanos y ciudadanas, para que puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad (Solomon, 1994a; Aikenhead, 1994a; Membiela, 1995, 1997; Fourez, 1994). Finalidad que queda perfectamente establecida en los objetivos y contenidos del proyecto APQUA, aunque siempre a partir de los productos y los procesos químicos.

Los autores de APQUA matizan un poco más su definición como proyecto CTS (Thier y Nagle, 1994; Medir, 1995), debido a su forma particular de acercar y mostrar la ciencia a la población, es lo que

llaman un enfoque Issue-Oriented-Science (IOS). APQUA trabaja la ciencia y la tecnología –los productos y los procesos químicos en particular– a partir de su relación con problemas o cuestiones de elevado interés para la sociedad (Thier, 1985; SEPUP, 1995). Como proyecto CTS que es, comparte sus principales características de preocupación por la formación científica de la población, interés por mostrar el valor social de la ciencia y su utilidad en la vida diaria, y el deseo de hacer la enseñanza de la ciencia más atractiva y estimulante. Pero su característica diferencial es su voluntad de desarrollar una comprensión de la ciencia y de los procesos de resolución de problemas a partir de temas de alto interés social y sin abogar nunca por ninguna opción.

Así pues, APQUA aporta los contenidos científicos, los procesos y las habilidades de resolución de problemas para que los alumnos, con la información suficiente, puedan tomar decisiones personales sobre temas relacionados con los productos químicos. No pretende que el estudiante sea un activista por una causa determinada o tome una posición concreta delante de un problema social, sino que desarrolle su capacidad de comprensión y crítica sobre temas científicos y sobre las limitaciones de la ciencia y del conocimiento (Medir, 1995). Con APQUA, la separación artificial entre las diferentes disciplinas científicas desaparece a medida que el profesor y el alumno se dan cuenta que los temas de ciencia y tecnología son cuestiones sobre las cuales las personas toman decisiones, como individuos, miembros de una sociedad. La ciencia provee la evidencia, las personas toman las decisiones.

El contenido de APQUA engloba pues conceptos, procedimientos y actitudes que nos ayudan a desenvolvernos en contextos Productos Químicos-Usos-Sociedad, en contextos más amplios Ciencia-Tecnología-Sociedad, y también en otras situaciones de nuestra vida (Solomon, 1994b; Sáez y Carretero, 1996). Son contenidos que favorecen:

- el acceso al conocimiento científico y a su construcción (aprender ciencia y sobre ciencia), y

- la capacidad de opinar y decidir razonada y libremente en cuestiones relacionadas con la ciencia y/o de utilizar contenidos propios de la ciencia para decidir sobre cualquier situación o hecho de nuestra vida (aprender a convivir con la ciencia).

2.2. *El modelo de ciencia y de aprendizaje del proyecto APQUA*

Esta forma de tratar la ciencia comporta implícito un modelo de ciencia totalmente humano, abierto y evolutivo. Este modelo de ciencia, accesible, útil, cambiante y opinable, convierte su aprendizaje en un proceso continuo de hacerse preguntas más que un conjunto de respuestas a memorizar. Una de las definiciones que según el proyecto mejor describe su modelo de ciencia es la de Richard P. Feynman:

“Science is a way to teach how something gets to be known, what is not known, to what extent things are known (for nothing is known absolutely), how to handle doubt and uncertainty, what the rules of evidence are, how to think about things so that judgments can be made, how to distinguish truth from fraud, and from show.” (SEUP, 1995, pag iv).

La ciencia es considerada no simplemente como alguna cosa académica sino como un conjunto de instrumentos y actitudes que nos ayudan a comprender y a interpretar el mundo y a desenvolvernos libremente en él. Así pues, no es de extrañar que APQUA hable en sus objetivos de acercar a la población no sólo conocimientos científicos, sino también los procesos y las actitudes que acompañan la ciencia en su búsqueda de nuevos conocimientos y respuestas, y de cómo éstos pueden serle útiles para la vida diaria. Es un punto de vista muy ambicioso respecto a la culturización científica, como la que presentan actualmente autores como Rutherford y Ahlgren (1990), Fourez (1994), Norris (1995), Bybee (1995), Lagowski (1995), Sáez y Carretero (1996) y Toharia (1999).

Este modelo de ciencia y de su difusión, del proyecto APQUA, no sólo se presenta en sus enunciados sino que impregna sus estrate-

gias educativas. Así pues, su visión del aprendizaje es cambiante, participante, interactiva, creativa, significativa y continua, de acuerdo con los modelos cognitivos actuales (Gunstone, 1991; Driver 1991), y con las estrategias educativas que provocan y promueven el proceso de aprender a aprender (Cheek, 1992; Osborne, 1996).

Las estrategias educativas que utiliza APQUA presentan pues una clara visión constructivista del aprendizaje aunque no estricta sino flexible, contextual y funcional (Solomon, 1994c), lo cual se manifiesta en cada uno de los aspectos considerados a continuación y en las mismas técnicas aplicadas:

- expresión y conciencia de los propios conceptos o percepciones iniciales (cuestionarios, preguntas abiertas, toma de decisiones),
- conciencia de las percepciones de los demás (puesta en común, recogida de opiniones, aportación de evidencia),
- conciencia de la existencia de conflicto o contradicción entre las diferentes percepciones de una misma situación (interacción personal, discusión, necesidad de argumentación, utilización de evidencia),
- construcción y comprensión de nuevos aprendizajes (experimentación, contraste y contextualización de datos, extracción de conclusiones),
- aplicación útil y satisfactoria de los nuevos aprendizajes (toma de decisiones, resolución de problemas, comprensión y discusión argumentada de nuevos conflictos),
- asimilación de los nuevos aprendizajes y conciencia del proceso realizado para su construcción (reflexión crítica y reconsideración de las percepciones iniciales).

No hay duda de que APQUA no considera al alumno como a un consumidor pasivo de la información sino al contrario, es él mismo el que construye de manera activa sus interpretaciones sobre la información que recibe, a partir de sus propias ideas o representaciones,

de sus percepciones, del lenguaje cotidiano, etc. Interpretaciones que interioriza, siempre y cuando las encuentre útiles para explicar mejor algunas de las situaciones habituales o para aplicarlas a nuevas. Así pues, las estrategias educativas seguidas por APQUA responsabilizan al alumno de su aprendizaje e intentan hacerle consciente de los procesos y actitudes que lo hacen posible.

2.3. La construcción del conocimiento, a partir de interacciones CTS

La participación e implicación del alumno, imprescindibles bajo esta perspectiva del aprendizaje y para la asimilación efectiva de nuevos conocimientos y la predisposición a adoptar nuevos comportamientos y actitudes individuales y sociales (Cheek 1992; Shrigley y Koballa, 1992; Aikenhead, 1994b), se promueven en APQUA a partir de problemáticas sociales relacionadas con los productos químicos que provoquen el interés de los alumnos, como es el caso de: la toxicidad de los aditivos alimentarios, la contaminación del agua de consumo, el riesgo de muerte de actividades cotidianas, la peligrosidad y la gestión de los residuos especiales, ¿plástico o papel?, etc.

El proyecto APQUA plantea realmente un modelo de aprendizaje cambiante y constructivo pero acompañándolo siempre de un componente social. No recomienda nunca una determinada estrategia de enseñanza/aprendizaje sino un conjunto de técnicas que faciliten el proceso de aprender a aprender a través de la interacción y el debate social, y que proporcionen un aprendizaje no puntual sino significativo (APQUA, 1991). Para APQUA el aprendizaje de las ciencias no significa leer un libro sino realizar actividades, preguntas, discusiones e involucrarse en debates (Medir, 1995), enfoque basado en el concepto de que la ciencia es una manera de hacerse preguntas más que un conjunto de respuestas a aprender (SEPUP, 1993; Thier y Nagle, 1994).

Las técnicas utilizadas para motivar este interés e implicar activamente al alumno son:

- aproximación de la problemática a través del uso de la prensa, de materiales de consumo diario, de la experimentación, etc.
- contextualización de la problemática mediante simulaciones, visiones históricas, “role playing”,
- planteamiento de situaciones controvertidas, con la ayuda de preguntas abiertas, problemas y conflictos que precisan de interacción, discusión, colaboración y evidencia para ser comprendidos y resueltos,
- conclusión a partir del debate argumentado, razonado, responsable y democrático del propio grupo.

Todas estas técnicas citadas son las que suelen caracterizar cualquier proyecto CTS basado en problemáticas o conflictos (Solomon, 1992; Ziman, 1994). Lo que, en este caso, sí sería interesante destacar es la base constructivista de la adquisición tanto del conocimiento de uno mismo como del conocimiento científico que sustenta dichas técnicas en APQUA, y que organiza y fundamenta las diferentes situaciones de aprendizaje que se crean. Esta sería fundamentación psicopedagógica del proyecto APQUA es un aspecto importante a destacar, en cuanto a proyecto educativo CTS. La habitual carencia de esta fundamentación en proyectos CTS es una de las críticas que a menudo surgen desde el propio movimiento CTS, y a la cual se atribuye la escasez de resultados y estudios posteriores de evaluación (Cheek, 1992; Solomon 1994c).

3. El programa APQUA escolar: material, aplicación y resultados

El programa APQUA escolar suministra a las escuelas de primaria y a los centros de enseñanza secundaria unidades didácticas o módulos de ciencias, diseñados a partir de su fundamentación psicopedagógica, y con los objetivos siguientes:

- Inducir a los alumnos a cuestionarse sus ideas sobre los productos químicos y los usos o aplicaciones que nuestra sociedad les da.
- Introducir a los alumnos en los principios y procesos científicos.
- Promover la toma de decisiones basada en la evidencia científica y no en las emociones.
- Poder participar como adultos responsables e informados en las decisiones de su comunidad.

Los módulos de APQUA no son un conjunto de prácticas de laboratorio, sino una forma de enseñar a plantear y resolver problemas que interesan a la sociedad actual. Así pues, las actividades de trabajo plantean preguntas abiertas y situaciones simuladas, además de proveer experimentos.

El material instructivo se diseña, experimenta y revisa con la colaboración de escuelas de primaria y centros de enseñanza secundaria. APQUA además, facilita la formación del profesorado en cada uno de los créditos que desarrolla.

3.1. *¿Qué material utiliza APQUA escolar?*

Los módulos de ciencias experimentales de APQUA existentes para la educación secundaria obligatoria (12-16 años) son:

Los productos químicos

Los alumnos contestan una encuesta para conocer las opiniones y actitudes de la clase ante los productos químicos, investigan la influencia de los medios de comunicación en la opinión pública y elaboran un guión para un programa informativo de radio sobre los productos químicos y el medio. (De 4 a 6 períodos de clase)

Disoluciones y contaminación

Se plantea el problema de la contaminación del agua con un ácido y si la dilución y/o neutralización son una solución a este problema. (De 12 a 13 períodos de clase)

Contaminación del agua subterránea de Valfrondoso

Los alumnos investigan el origen y el alcance de la contaminación por pesticida de un agua subterránea. En una reunión municipal debaten sobre el tema y escogen un método de limpieza. (De 8 a 10 períodos de clase)

Riesgo: el juego de la vida

Toda decisión comporta un riesgo. Se introducen los conceptos de probabilidad, riesgo y epidemiología a los alumnos, que han de tomar una decisión ante una situación simulada de riesgo de muerte. (De 9 a 10 períodos de clase)

Toxicología: determinación de valores umbral

¿Cómo se determina la presencia y la cantidad de una sustancia potencialmente tóxica en los alimentos? Se simula un test de toxicidad con animales. (De 12 a 14 períodos de clase)

Tratamiento de residuos especiales

¿Cómo se puede eliminar de forma segura un residuo líquido industrial? Se investigan los métodos de dilución, sustitución, precipitación e inertización y se comparan su efectividad, costo e impacto ambiental. (De 12 a 14 períodos de clase)

Los plásticos en nuestra sociedad

¿Cuál es la naturaleza de los plásticos y el alcance de su utilización? ¿Cómo se producen? ¿Cuál es su impacto social? ¿Cómo se reciclan? (De 10 a 12 períodos de clase)

Figura 3.1

Hoja de trabajo del alumno perteneciente al módulo
Contaminación del agua subterránea de Valfrondoso

La asamblea pública
(C.V. 7.2)

La reunión tendrá lugar en la escuela de Valfrondoso. Las siguientes personas realizarán una presentación:

- el ingeniero de Especialistas en Excavaciones, S.A.
- el ingeniero de Productos Terra, S.A.
- el técnico de Nova Tecnología, S.A.
- el vicepresidente de la Compañía Química Agrícola Edén
- un concejal del municipio de Aguaclara
- un vocal de la Asociación de Vecinos de Valfrondoso
- una persona residente en el municipio de Rioscuro

Podrás plantear preguntas a los ponentes después de que hayan hablado todos. Las podrás dirigir a uno o más ponentes.

Utiliza este espacio para escribir las preguntas que se te ocurran antes o durante la presentación.

Utiliza la siguiente tabla para valorar los diferentes métodos de limpieza. Llena la tabla utilizando la información que obtengas durante el debate.

Métodos de limpieza Factores de decisión	Contención y bombeo del agua Productos Terra	Excavación y transporte de la tierra Especialistas en Excavaciones	Excavación e incineración de la tierra Compañía Quím. Agrícola Edén	Electrificación Nova Tecnología
Seguridad				
Rapidez				
Costo				
Transporte				
Impacto en el medio				

La gestión de los residuos

¿Qué se hace con los residuos que producimos? Se examina la cantidad y el tipo de basura que habitualmente se tira. Se investigan los métodos de valorización y disposición de los residuos, y se remarca la minimización de los residuos, en origen. (De 16 a 17 períodos de clase)

Identificación de sustancias peligrosas

¿Qué pasa cuando unos bidones con residuos se encuentran abandonados en un solar? Se introducen las categorías de peligro de las sustancias y los métodos para recoger muestras, y para separar físicamente una mezcla de residuos peligrosos e identificarlos. (De 9 a 10 períodos de clase)

Existe también un módulo diseñado para alumnos de ciclo superior de enseñanza primaria (10-12 años), *Los productos químicos, la salud, el medio y yo*, constituido por un conjunto de 10 unidades de trabajo, de dos sesiones de clase cada una:

- ¿Hay productos químicos en nuestras vidas?
- ¿Qué llevan los alimentos?
- Me encantan los dulces
- ¿Qué es un valor umbral?
- La aventura de fumar
- ¿Qué transporta este camión?
- Una casa más segura
- ¡Demasiada basura!
- ¿CO₂ y vida?
- ¡Notiiiiiiiicias!

Como puede deducirse de la diversidad de títulos reseñados, el programa trata un conjunto más amplio de temas que el que tradicionalmente se encuentra en un curso de química, incidiendo en aquellas cuestiones de ciencia y tecnología que más impacto tienen en nuestra sociedad.

Cada módulo del programa está constituido por una guía del profesor, una guía u hojas de trabajo para el alumno (Figura 3.1), y un material específico para la experimentación.

El material para los experimentos incluye bandejas, botellas goteadoras, cuentagotas, agitadores, embudos de plástico, etc. Está diseñado para ser utilizado en el aula, con la máxima seguridad, y poder experimentar con él las técnicas básicas de laboratorio:

- Disolver
- Reaccionar
- Filtrar
- Diluir
- Valorar
- Evaporar
- Mezclar
- Precipitar
- Lixiviar

Su comodidad y sencillez facilitan la experimentación, de manera que en muy poco tiempo se pueden realizar más experiencias que con el material clásico de vidrio de los laboratorios tradicionales. La minimización de las cantidades de reactivos necesarios y de residuos que se generan, y el bajo costo, han sido otros factores de importancia en el diseño de las actividades.

3.2. Aplicación en el período 1989-1998

Desde el año 1989, el programa APQUA escolar ha ido difundiéndose por todo el Estado español; principalmente por Catalunya – donde se realiza– y también por las comunidades autónomas de Cantabria, Euskadi, Madrid, Castilla-La Mancha, Castilla-León y Andalucía. Como puede observarse en la Figura 3.2, los contactos se suelen realizar con los Centros de Profesores (CPR), en los cuales se realiza la formación del profesorado y se deposita el material instructivo que compartirán los distintos Centros educativos (C) de la zona.

El desarrollo de material y la difusión del proyecto en la comarca del Tarragonès y en Catalunya se han realizado con el patrocinio de la AEQT (Asociación Empresarial Química de Tarragona) y del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya, y puntualmente con la ayuda de algunos Ayuntamientos, de la Fundación Española de los Plásticos para la Protección del Medio Ambiente y de algunas empresas del sector químico. La difusión en los centros educativos de las otras zonas del Estado ha

sido patrocinada mayoritariamente por empresas del sector químico (APQUA, 1998).

Como fruto de la difusión de APQUA:

- han colaborado con el programa escolar un total de 500 centros educativos de todo el Estado español, llegando así a 103.705 alumnos, y
- se han realizado 71 cursos de formación de docentes en activo, con la asistencia de 1.719 profesores/as.

Figura 3.2

Impacto de APQUA escolar en España



Cabe también destacar la colaboración que se inició el año 1997 en Argentina, con la Universidad Nacional del Sur y FUNDASUR (Fundación del Sur Para el Desarrollo Tecnológico), para realizar una prueba piloto de aplicación de APQUA en Bahía Blanca, con el patrocinio de las empresas Petroquímica Bahía Blanca-Polisur e Indupa. Dicha colaboración surgió debido a las similitudes entre Tarragona y Bahía Blanca en cuestiones socioeconómicas y educativas (aplicación de una Reforma Educativa de características similares a la de España) y al interés despertado por los materiales de APQUA. Los resultados de la prueba piloto fueron plenamente satisfactorios, por lo que se gestionaron los patrocinios para continuar las actividades durante el bienio 98/99.

3.3. *¿Qué consigue APQUA?*

Parte de los esfuerzos de APQUA se dedican a evaluar y recoger evidencia sobre qué opinan los profesores del programa, cómo alcanzan los alumnos los objetivos formativos propuestos y qué actitudes y percepciones de alumnos y docentes se modifican, y en qué sentido.

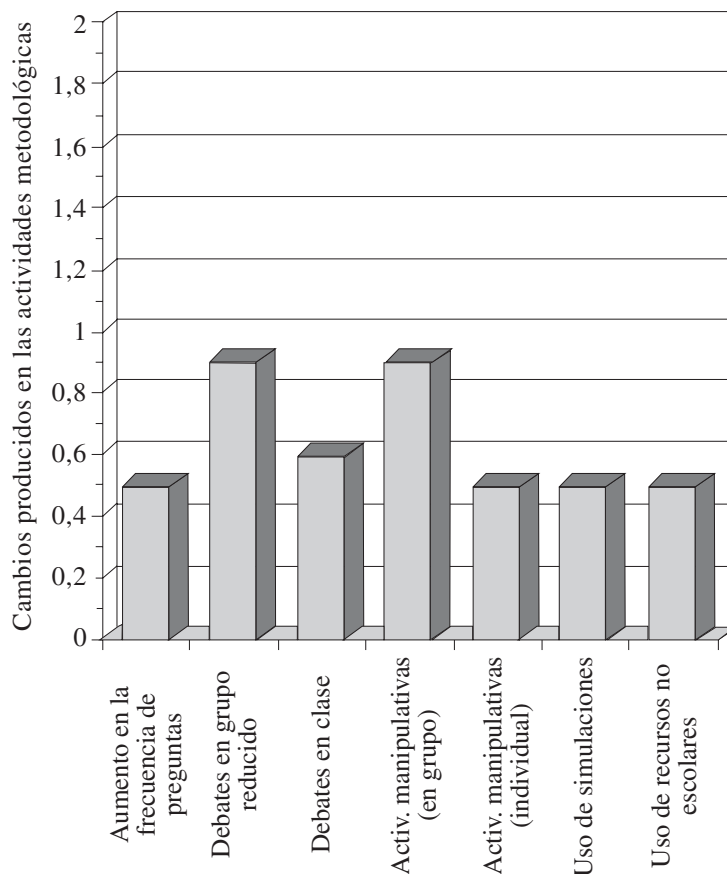
A lo largo de estos años, el proyecto APQUA ha ido averiguado su impacto en los usuarios por medio de diferentes estudios de opinión. La metodología aplicada han sido el cuestionario, las preguntas abiertas, los informes de evaluación, escalas de actitud y hojas de comentarios y sugerencias, siempre en función de la muestra y del contexto en el cual se realizaba la recogida de los datos. Una síntesis de esos estudios y de sus resultados se muestran a continuación:

- 1992

Cambios observados por los docentes que utilizan APQUA, en su metodología de la enseñanza de las ciencias. Encuesta realizada al profesorado que durante el año 1992 utilizó material de APQUA en su aula. Los resultados indican, entre otros, un aumento en la práctica de actividades manipulativas y en la realización de debates en el aula (Figura 3.3).

Figura 3.3

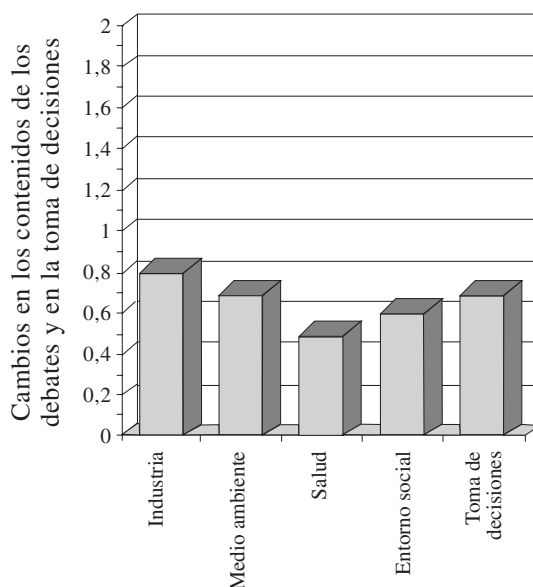
Cambios en la metodología de la enseñanza



También muestran un aumento en la realización de debates sobre temas relacionados con el entorno social, la salud, el medio ambiente y la industria, y se hace evidente un aumento de las situaciones de clase en las cuales los alumnos deben tomar decisiones individuales o colectivas (Figura 3.4). Estos resultados son indicativos –según APQUA– de la consecución de uno de los objetivos del proyecto: que las personas adquieran información y tomen decisiones sobre temas relacionados con los productos químicos y su interacción con ellas y con el medio (APQUA, 1992; Medir, 1995).

Figura 3.4

Cambios en la enseñanza de las ciencias



Opinión del profesorado sobre el programa escolar. Los profesores/as expresan en la misma encuesta una opinión general favorable del programa escolar y piensan que (Medir, 1995):

- aumenta significativamente el conocimiento de los alumnos sobre los productos químicos, así como el rendimiento general de los alumnos con problemas de aprendizaje,
- impresiona y motiva satisfactoriamente a los alumnos por la forma tan amena y divertida de tratar los conceptos químicos,
- aumenta la utilización de recursos exteriores a la escuela y de simulaciones en la enseñanza, e incentiva su participación en el diseño de evaluaciones y su interés por el diseño curricular, y
- los ayuda a mantener y a mejorar su propia formación científica y fomenta la colaboración con otros profesores de ciencias o de otras áreas y centros próximos, así como la colaboración con la universidad.

- 1994

Cambios observados por los docentes en las actitudes y en las capacidades de los alumnos a causa de la utilización de material de APQUA escolar. Encuesta realizada al profesorado que durante el año 1994 utilizó material de APQUA en su aula. Los resultados indican un aumento en las actitudes positivas hacia la ciencia, en las actitudes positivas hacia los productos químicos, en los conocimientos y la capacidad de aplicar conceptos básicos de ciencias, y en la manifestación de capacidades cognitivas elevadas. Según APQUA, estos resultados son significativamente indicativos de que se alcanzan diversos objetivos del proyecto: los alumnos tienen una actitud más positiva hacia la ciencia y los productos químicos, y se produce una mejora en la enseñanza de las ciencias (APQUA, 1994).

- 1996

Opinión sobre el programa escolar y su material de las personas responsables de la organización de 3 cursos de formación del profesorado de APQUA, en Torrelavega, Madrid y Barcelona, y de los profesores que recibieron dichos cursos. La información se obtuvo a partir de los informes confeccionados por los responsables y las opiniones del profesorado, expresadas en una hoja de comentarios y sugerencias. Las opiniones recogidas pueden resumirse en los puntos siguientes (APQUA, 1997):

- los materiales del programa resultan interesantes y adecuados para la enseñanza de la ciencia y la tecnología en la etapa de secundaria obligatoria y útiles para las necesidades formativas de la población más allá del 2000,
- los materiales del programa son prácticos, motivadores, amenos y fomentan el razonamiento, el aprender a investigar y el trabajo en equipo, y
- los profesores manifiestan su deseo de continuar la colaboración con APQUA.

- 1998

La percepción que tienen los alumnos de la industria química (APQUA, 1999). Durante el año 1998 se ha realizado un estudio de evaluación del impacto del programa escolar en los centros educativos de la comarca del Tarragonès. Los resultados muestran que los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria que han cursado módulos de APQUA:

- tienen una visión más amplia, menos parcial y más crítica de la industria química,
- reconocen más el papel de dicha industria en la sociedad sin perder de vista los problemas que le comporta, y a su vez
- manifiestan una mayor capacidad de argumentación en sus respuestas.

- 1999

Actualmente se está llevando a cabo un estudio sobre *la percepción del profesorado de educación secundaria en relación a la filosofía, metodología y estructura del programa escolar*.

También se ha iniciado un proyecto de investigación más exhaustivo y ambicioso sobre *la evaluación de la aplicación y adecuación del programa escolar, en la enseñanza secundaria obligatoria*.

4. Conclusiones

El proyecto educativo APQUA, *Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones*, cree que en la actualidad no se puede seguir enseñando ciencia y tecnología al margen de los graves problemas que tiene nuestra sociedad, y que es imprescindible motivar y capacitar a nuestros jóvenes para ser ciudadanos críticos y res-

ponsables en una sociedad libre y democrática. Esta visión CTS de la enseñanza de las ciencias es la que subyace en APQUA, aunque centralizada en los productos químicos (Ciencia), sus usos (Tecnología) y su impacto social (Sociedad).

La voluntad de APQUA es desarrollar en los alumnos una comprensión de la ciencia y de los procesos de resolución de problemas a partir de temas de alto interés social, y sin abogar nunca por ninguna opción. Así pues, APQUA aporta los contenidos, los procesos y las habilidades para que los alumnos, con la información suficiente, puedan tomar sus propias decisiones, personales y sociales, sobre y a partir de la ciencia.

No hay duda de que APQUA no considera al alumno como a un consumidor pasivo de la información, sino al contrario. Las estrategias educativas que utiliza presentan una clara visión constructivista del aprendizaje, aunque no estricta sino flexible, contextual y funcional. Esta sería fundamentación psicopedagógica de APQUA es una de las características más importantes a destacar, debido a su habitual carencia en proyectos CTS.

Por otra parte, la expansión continuada del programa escolar por todo el Estado español es una muestra evidente de la buena acogida que ha tenido APQUA en el mundo educativo. Sin embargo, es necesario ir desarrollando una evaluación sistemática de la validez y del impacto del programa en la enseñanza de las ciencias. Los resultados de dichos estudios son realmente esperanzadores en tanto que muestran: una aceptación del programa, por parte del profesorado, como herramienta para facilitar y mejorar la enseñanza de las ciencias en el aula, y una actitud más crítica y responsable de los alumnos respecto a las problemáticas sociales relacionadas con los productos químicos, y, en general, con la ciencia y la tecnología. Actualmente, APQUA ha iniciado un estudio exhaustivo de evaluación, con el fin de contrastar y ampliar dichos resultados.

Bibliografía

- Abelló, M.** (1995). *Apqua públic: un projecte educatiu de ciències dirigit a la població adulta. Estudi preliminar*. Crèdits experimentals Programa de Doctorat. Tarragona: DEQ, URV.
- Abelló, M. y Medir, M.** (1997). *Apqua público: análisis y fundamentación, V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Múrcia.
- Aikenhead, G.** (1994a). What is STS Science Teaching?, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G.** (1994b). Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- APQUA** (1991). *APQUA 10-12. Els productes químics, la salut, el medi i jo*. Tarragona: DEQ, UB.
- APQUA** (1992). *Informe 1992*. Tarragona: DEQ, UB.
- APQUA** (1994). *Informe 1994*. Tarragona: DEQ, URV.
- APQUA** (1997). *APQUA 1989-1997. Un projecte educatiu al servei de la societat*. Tarragona: DEQ, URV.
- APQUA** (1998). *Informe 1998*. Tarragona: DEQ, URV.
- APQUA** (1999). *La percepció de la indústria química per alumnes d'ensenyament secundari*. Tarragona: DEQ, URV.
- Bybee, R.W.** (1995). Achieving Scientific Literacy. *The Science Teacher*, October. 28-33.
- Caamaño, A.** (1994). Estructura y evolución de los proyectos de ciencias experimentales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 1. 8-20.
- CEPUP-DEQ** (1988). *Convenio de colaboración entre The Chemical Education for Public Understanding Program (CEPUP), LHS, UC, Berkeley y el Dept. d'Enginyeria Química i Bioquímica de la Divisió dels Centres Universitaris del Camp de Tarragona, UB*. Tarragona: DEQ, UB.

- Cheek, D.W.** (1992). *Thinking Constructively about Science, Technology, and Society Education*. NY: State University of New York Press.
- Driver, R.** (1991). Theory into Practice II: A Constructivist Approach to Curriculum Development, a FENSHAM, P. (ed.). *Development and Dilemmas in Science Education*. London: The Falmer Press.
- Fourez, G.** (1994). *Alphabétisation scientifique et technique*. Paris: De Boeck Université.
- Giralt, F. y Medir, M.** (1992). APQUA: programa d'Aprenentatge dels Productes Químics, els seus Usos i Aplicacions. *I Conferència d'Educació Ambiental a Catalunya*, Reus.
- Gunstone, R.F.** (1991). Learners in Science Education, a FENSHAM, P. (Ed.). *Development and Dilemmas in Science Education*. London: The Falmer Press.
- Lagowski, J.J.** (1995). Science Literacy Revisited. *Journal of Chemical Education* 72.3. 191-191.
- Medir, M.** (1995). El Proyecto APQUA: la enseñanza de las ciencias a partir de temas sociales de actualidad. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 3. 53-60.
- Medir, M., Thier, H.D. y Giralt, F.** (1992). Perder el miedo a la química. *La Vanguardia. Ciencia y Tecnología* 121. 4-4
- Membiola, P.** (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 3. 7-11.
- Membiola, P.** (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias* 15.1. 51-57.
- Norris, S.P.** (1995). Learning to Live with Scientific Expertise: Toward a Theory of Intellectual Communalism for Guiding Science Teaching. *Science Education* 79.2. 201-217.
- Osborne, J.F.** (1996). Beyond Constructivism. *Science Education* 80.1. 53-82.
- Rutherford, F.J. y Ahlgren, A.** (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Sáez, M.J. y Carretero, A.J.** (1996). El razonamiento científico en un currículo de ciencias integrado. *Revista de Educación* 310. 43-62.

- SEPUP** (1993). *Issue-Oriented-Science Teacher's Guide*. Berkeley: Lawrence Hall of Science, UC.
- SEPUP** (1994). *What is SEPUP?* Berkeley: Lawrence Hall of Science, UC.
- SEPUP** (1995). *Issues, Evidence and You. Teacher's Guide*. Berkeley: Lawrence Hall of Science, UC.
- Shrigley, R.L. y Koballa, T.R. Jr.** (1992). A Decade of Attitude Research Based on Hovland's Learning Theory Model. *Science Education* 76.1. 17-42.
- Solomon, J.** (1992). The Dilemma of Science, Technology and Society Education, a FENSHAM, P. (ed.). *Development and Dilemmas in Science Education*. London: The Falmer Press.
- Solomon, J.** (1994a). Conflict between Mainstream Science and STS in Science Education, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (Ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- Solomon, J.** (1994b). Knowledge, Values and the Public Choice of Science Knowledge, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- Solomon, J.** (1994c). Toward a Map of Problems in STS Research, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- Thier, H.D.** (1985). Societal Issues and Concerns: A New Emphasis for Science Education. *Science Education* 69.2. 155-162.
- Thier, H.D.** (1989). Chemophobia and the Need for Science Education. *California Toxics "Blueprint for the 90's"* Conferencia sobre "Policy". Noviembre 1, California Engineering Foundation.
- Thier, H.D. y Hill, T.** (1988). Chemical Education in schools and the community: the CEPUP project. *Int. J. Sci. Educ.* 10.4. 421-430.
- Thier, H.D. y Nagle, B.** (1994). Developing a Model for Issue-Oriented-Science, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (Ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.

- Toharia, M.** (1999). Periodismo, ciencia, museos de ciencia. *Ideal*. Suplemento especial I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Granada, 25-3-99.
- Ziman, J.** (1994). The Rationale of STS Education is in the Approach, a SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G. (ed.). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.