

LA CONTROVERSIA DE LOS AGROCOMBUSTIBLES, UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LAS CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

María Escudero¹, Carmen Cid², Ricardo Escudero³

¹CIECEM. Universidad de Huelva. E-mail: maria.escudero@sc.uhu.es; ²Facultad de Ciencias de de la Educación. Universidad de Vigo.

E-mail: mccidmanzano@edu.xunta.es; ³IES Blanco Amor de Ourense. E-mail: rescudero@edu.xunta.es

[Recibido en Julio de 2008, aceptado en Noviembre de 2008]

RESUMEN(Ingles)

Presentamos una propuesta didáctica para llevar a cabo en la nueva materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC). Elegimos un tema actual y controvertido, como es el caso de los agrocombustibles (mal llamados biocombustibles) y lo abordamos de un modo que se convierta en algo atractivo para los alumnos, haciéndoles conocer a la vez los fundamentos científicos del problema.

Palabras clave: Ciencias para el Mundo Contemporáneo; Biocombustibles; MiniQuest; Contrapublicidad; Educación para el Desarrollo Sostenible; Alfabetización científica; Pensamiento crítico.

INTRODUCCIÓN

En el actual curso escolar (2008/09) se empieza a impartir en 1º de Bachillerato, la materia *Ciencias para el mundo contemporáneo*, que pretende poner al alcance del alumnado de secundaria post-obligatoria unas mínimas bases de cultura científica para que puedan actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables. La orden que establece el currículo para esta nueva materia (BOE, 2008) establece en sus argumentos introductorios el desarrollo de capacidades acordes con los que defienden una educación científica para la acción social, se encuadra en la idea de alfabetización científica, responde a la orientación CTS (Acevedo, 2004) y en los principios de la *Década para un desarrollo sostenible* (2005-2014), que entre sus objetivos pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar (Edwards et al., 2004).

Son ya, afortunadamente, muchas las iniciativas que se están dando para concretar los diferentes elementos curriculares que esta nueva asignatura necesita. Es éste el sentido en el que se enmarca la aportación que aquí se presenta.

AGROCARBURANTES VS BIOCARBURANTES

Los españoles, según la encuesta realizada por el Centro de Investigaciones Sociológicas en noviembre de 2007, son conscientes de los problemas ambientales y la mayoría dicen que estarían dispuestos a cambiar sus hábitos de consumo, si esto puede ayudar a la lucha contra el Cambio Climático. Estos ciudadanos *ecocomprometidos* están exigiendo cada vez más, que el nivel de bienestar sea compatible con un alto nivel de protección del medio ambiente. Las empresas, conocedoras de este hecho, utilizan frecuentemente argumentos ecológicos en su publicidad como reclamos para promover la elección de sus productos.

La esperanza en los agrocombustibles para contribuir al desarrollo sostenible y a la reducción del uso de energías no renovables ha venido creciendo exponencialmente. Pero a estos carburantes, cada vez les resulta más difícil llevar colgada la etiqueta de fuente de energía ecológica ya que numerosos expertos e investigadores cuestionan: su capacidad para reducir las emisiones de CO₂ (Righelato y Spracklen, 2007); su Tasa de Retorno Energético TRE (Ballenilla, 2007) y hablan de los efectos colaterales que pueden causar sobre la alimentación y el medio ambiente.

La Tasa de Retorno Energético (en inglés *Energy returned on energy invested* EROEI) se calcula, dividiendo la energía útil que dicho proceso nos retorna, entre la energía útil que hemos invertido en desarrollar y mantener ese proceso de transformación de energía (Ballenilla y Ballenilla 2007). Como es obvio en un proceso que se desee sostenible jamás este cociente puede ser inferior a la unidad.

Una fuente de energía será tanto mejor cuanto mayor sea su TRE, puesto que eso implica que se obtiene una mayor cantidad de energía neta utilizable por cada unidad de energía invertida en ella. Por el contrario, una tasa de retorno inferior a la unidad implica que esa fuente no es rentable en términos energéticos, para su funcionamiento consume más energía de la que produce.

Cuando ya estamos en el cenit de producción petrolífera o en sus cercanías, preguntarnos sobre cuánta energía útil va a aportar un determinado proceso de transformación de energía, y compararlo con la energía que ha supuesto ponerlo en marcha y mantenerlo, es imprescindible.

Los llamados biocombustibles tienen una TRE muy baja, por ejemplo en el caso de etanol de maíz, para algunos autores su TRE es menor que uno o ligeramente superior a uno (Ballenilla, 2007), por lo que su cultivo para la elaboración de agroetanol es una situación irracional y solo puede mantenerse gracias a las subvenciones estatales de algunos países. Además, para que los agrocombustibles puedan aportar una contribución a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, se debe realizar un análisis del ciclo de vida exhaustivo e íntegro de todos los componentes que intervienen en la explotación agraria (Greenpeace, 2007).

El aumento de tierras destinadas al cultivo de agrocombustibles está conduciendo a grandes monocultivos de materias primas altamente dependientes de pesticidas químicos y fertilizantes, así como de grandes cantidades de agua. Así, plantas como el maíz necesitan importantes cantidades de fertilizantes nitrogenados, que por la acción microbiana del suelo termina como amonio y óxidos de nitrógeno en el aire. Aunque el porcentaje de óxido nitroso en la atmósfera es bajo, si se compara con el CO₂, contribuye en un 6% al efecto invernadero pues tiene un potencial global de calentamiento entre 200 y 300 veces superior al del dióxido de carbono. Así mismo, su conversión a óxido nítrico le lleva a alterar la capa de ozono al catalizar las reacciones de los compuestos clorados y bromados que destruyen el ozono. Además, los óxidos de nitrógeno en medio acuoso producen ácido nítrico, lo que contribuye al aumento de lluvia ácida. Por otra parte más de la mitad del fertilizante aplicado termina en ríos, lagos y mar contribuyendo a otro importante problema ambiental, la eutrofización de las aguas.

Además las grandes extensiones de agrocombustibles traen consigo inevitablemente la deforestación y la destrucción de la fauna y flora, aumentando los conflictos por la tierra, la expulsión de las comunidades rurales, la pérdida de diversidad cultural, la pobreza, etc.

Manipulación:

El bioetanol es el principal responsable de la subida del precio de los alimentos.

Evidencia:

Los principales causantes del incremento del precio de los alimentos son, por un lado, los grandes cambios experimentados en las costumbres alimentarias del continente asiático, que han provocado un importante aumento de la demanda de cereales y, por otro, el actual precio del petróleo, que prácticamente se ha duplicado en los últimos tres años. De hecho, se calcula que el impacto que los biocarburantes tendrán sobre el precio de los cereales será solamente de entre un 3 y un 6 por ciento, en comparación con los precios de 2006. (*)

*Fuentes:
 [1] P.Pingali, «Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: Implications for research and policy». Food Policy (32), Junio 2007, 281-298.
 [2] John M. Urbanchuk, «The Relative Impact of Corn and Energy Prices in the Grocery Aisle». IECG 2007:1.
 [3] International Energy Agency, «End-User Petroleum Product Prices and Average Crude Oil Import Costs». Marzo 2008.
 [4] «The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets». Comisión Europea, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. 2007.



Los biocarburantes están siendo atacados. La afirmación "El bioetanol es el principal responsable de la subida del precio de los alimentos" es una de las numerosas falsedades que se están haciendo llegar a la opinión pública. Por ello, hemos decidido defender al sector y desmontar estas manipulaciones con evidencias fundamentadas.

Abengoa Bioenergía, grupo de negocio de Abengoa, es el primer productor europeo de bioetanol y el único productor global que cuenta también con presencia en los mercados de Estados Unidos y Brasil. Abengoa es una empresa tecnológica, presente en más de 70 países, que aplica soluciones innovadoras para el desarrollo sostenible en los sectores de infraestructuras, medio ambiente y energías renovables. La cartera de productos de Abengoa incluye energía solar y producción de bioetanol, creación de energía eléctrica a través de células de hidrógeno, construcción de instalaciones de energía renovable, generación de agua, reciclaje de residuos industriales, así como consultoría y desarrollo de sistemas en el área de tecnologías de la información.

ABENGOA BIOENERGIA
 The Global Ethanol Company
www.abengoabioenergy.com

Figura 1.- Publicidad agrocarburantes.

Fuente: <http://www.abengoabioenergy.com/sites/bioenergy/es/index.html>

En consecuencia la derivación de los cultivos tradicionalmente alimenticios a la producción de agrocarburos va a llevar aparejada efectos indeseables sin resolver el problema energético. Un solo depósito de 50 litros de agrocombustible equivale a las calorías necesarias para alimentar a una persona medio año, y requiere por tanto el área de cultivo necesaria para alimentarla en ese tiempo. No existe en el planeta tierra suficiente para "alimentar" con agrocombustibles las máquinas que en la actualidad tenemos funcionando.

El grupo Abengoa Bioenergía empresa líder en la fabricación y comercialización de bioetanol, y en innovación tecnológica en el área de la biomasa, consciente de las opiniones contrarias al uso de los agrocombustibles que están apareciendo en los medios de comunicación, recoge en una campaña publicitaria argumentos a favor. Así, en el anuncio de la Figura 1, la empresa se defiende de la acusación de que el bioetanol es el responsable del encarecimiento de los alimentos.

En la publicidad, el grupo Abengoa utilizan términos como biocombustible o bioetanol y nos podemos preguntar ¿por qué no les llaman agrocombustibles y agroetanol? ya que provienen de cultivos agrarios. ¿Es casual el uso del prefijo bio o se trata de una utilización engañosa del término?

En la actualidad, en la Unión Europea, los productos agrícolas que quieran ser identificados como ecológicos para que puedan llevar el prefijo bio en sus denominaciones, deben cumplir con el Reglamento 2092/91, no siendo este el caso de las materias primas utilizadas para la fabricación de agrocombustibles. En un reciente artículo publicado en la revista *Science*, (Scharlemann y Laurance, 2008) se pone en duda el carácter ecológico de muchos biocombustibles. Además, en el caso concreto del bioetanol señalan los autores que se trata de un combustible de gran impacto medioambiental.

En contra de la "contundencia" del anuncio, se posiciona un informe de la OCDE/FAO (2008) en el que se indica que el aumento del consumo de estos nuevos combustibles es el factor que ha contribuido de forma más importante a la subida de precios. En el caso concretamente del etanol está teniendo perniciosos efectos en la seguridad alimentaria en países cuya dieta está basada en el maíz.

A la hora de la elección de un producto agrario para la obtención de estos combustibles habrá que ser muy cautos, no sólo por el aumento de los precios de los productos alimentarios, sino por los efectos colaterales que pueden ocasionar sobre el Medio Ambiente tanto natural como social y que podemos resumir en: erosión del suelo, pérdida de biodiversidad, contribución al agotamiento y contaminación del agua, contaminación atmosférica, desplazamiento de comunidades autóctonas de sus territorios, hambre y pobreza.

Los agrocombustibles para ser realmente ecológicos tendrán que tener en cuenta múltiples factores y la publicidad nos tendrá que informar realmente si el carburante que estamos comprando responde realmente a la defensa del Medio Ambiente. Así, debería indicar: si el cultivo se adapta a la geografía y la climatología de la zona de producción; si utilizan fertilizantes y plaguicidas; el coste en gases invernadero del transporte desde los cultivos hacia los lugares de procesamiento y consumo, etc.

Estos combustibles de origen agrario serían una buena solución si se produjeran desde lo local para lo local, pero habrá que utilizarlos en su justa medida cuando intervienen capitales que buscan elevada rentabilidad, necesitando grandes extensiones de terreno, lo que provoca una deforestación profunda y el efecto dominó correspondiente.

PROPUESTA DIDÁCTICA

Las CMC necesitan un cambio radical en los planteamientos tanto metodológicos, como temáticos y epistemológicos, respecto a las asignaturas de ciencias tradicionales (Fenandez-Gonzalez, 2008). Con la intención de contribuir a este cambio hemos diseñado una actividad en la que confluyen características que nos podrán ayudar a conseguirlo. Escogimos una controversia socio-científica actual (Albe, 2006), el tema de los biocombustibles; elegimos como estrategia de aprendizaje la *MiniQuest* e incluimos la alfabetización científica en la lectura, con el fin de generar respuestas fundamentadas tanto en artículos de prensa como en anuncios (Norris y Phillips, 2003).

Para que la Educación para el desarrollo sostenible alcance sus objetivos debe ir más allá del mero conocimiento de los problemas globales, es necesario que proporcione a los estudiantes habilidades prácticas que les ayuden a seguir aprendiendo después de que terminen los estudios y que les permitan desarrollarse en la vida de forma sostenible (Mckeown,2002). Pero, ¿cómo alcanzar todo esto? no parece que existan fórmulas mágicas ni procedimientos de éxito asegurado. Educar hacia sostenibilidad en un contexto en continuo cambio, comporta la busca de metodologías dinámicas que generen respuestas a una sociedad cada día más mercantilizada. Entre las herramientas pedagógicas, que como armas puntuales pueden ayudarnos a ganar la batalla de la sostenibilidad se encuentran: las *miniquest* y el análisis crítico de la prensa y la publicidad.

Por *WebQuest* se entiende cualquier actividad de investigación en la que se usa la información disponible en Internet y en la que se les proporciona al alumnado una tarea bien definida, así como los recursos y las consignas que les permitan realizarla (Dodge, 1995). Las *MiniQuest* son una versión reducida de las *WebQuests*, es decir, se llevan a cabo en un corto espacio de tiempo y se dividen en tres etapas: escenario, tarea y producto. (Eduteka, 2004).

Con esta estrategia de aprendizaje lo que se pretende es rentabilizar el tiempo de los estudiantes, centrarse en el uso de la información más que en su búsqueda e intenta mejorar procesos intelectuales como la capacidad de análisis, de síntesis y de evaluación (Mentxaba, 2004). Para poder conseguirlo los estudiantes dispondrá de recursos específicos que le suministra el docente, de este modo, en lugar de perder mucho tiempo en la busca de la información, los estudiantes revisan, interpretan, analizan y resumen informaciones recogidas en páginas específicas de la web.

La *MiniQuest: Agrocombustibles ¿una solución o un problema?* está pensada para dos clases de 50 minutos y las etapas que la conforman son:

- *Escenario*

La publicidad es uno de los motores del actual modelo de consumo y actúa como una fuente de concepciones científicas y ambientales ligadas a un modelo de desarrollo en general poco sostenible. En la Figura 1 podéis observar un anuncio publicitario del grupo *Abengoa Bioenergía*, primer productor europeo de bioetanol y el único productor global que cuenta también con presencia en Estados Unidos y Brasil. Esta empresa consciente de las críticas que están apareciendo sobre los agrocombustibles, han diseñado una campaña que puedes consultar en su *website* <http://www.abengobioenergy.com/>

- *Tarea*

Visita las páginas Webs que aparecen a continuación y responde a las siguientes preguntas:

- ¿Qué son los biocombustibles?
- Impactos de los biocombustibles en la alimentación y en el medio ambiente
- Razona si es correcto denominar a estos carburantes biocombustibles.
- Páginas Web:
 - *¿Son ecológicos los biocombustible? Revista Consumer 9 de agosto de 2007*
http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2007/09/08/166696.php
 - El biocombustible se quema. La crisis alimentaria siembra dudas sobre el papel del biocarburante en la seguridad energética y ambiental. *El País* 11 de junio de 2008.
http://www.elpais.com/articulo/semana/biocombustible/quema/elpepueconeg/20080511elpneglse_2/Tes
 - Biocombustibles de segunda generación. *Revista Consumer* 26 de enero 2008
http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2008/01/26/174085.php
 - Biocarburantes ¿solución o problema? artículo del profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) José Olivares Pascual. *El País*, 21 de mayo de 2008.
http://www.elpais.com/articulo/futuro/Biocarburantes/solucion/problema/elpepifut/20080521elpepifut_5/Tes/
 - Con los biocombustibles no se ahorran emisiones de CO₂ Entrevista: Hartmut Michel Premio Nóbel de Química. *El País*, 12 de septiembre de 2007
http://www.elpais.com/articulo/futuro/biocombustibles/ahorran/emisiones/CO2/elpepufut/20070912elpepifut_4/Tes
- *Producto*
 - Con toda la información recogida tendréis que elaborar un informe individual en formato Word donde deben aparecer contestadas las preguntas formuladas en el apartado de Tarea y las conclusiones personales sobre la utilización de

cultivos de cereales, semillas oleaginosas y azúcar para la producción de biocombustibles y con ello contribuir a mitigar el cambio climático.

- Convertiros en artistas creativos de publicidad, en grupo de tres o cuatro personas, diseñar y elaborar una campaña de contrapublicidad a la presentada por la empresa *Abengoa Bioenergía*.

A MODO DE CONCLUSIÓN

La necesidad de incluir la educación científica en todos los niveles de la secundaria; el objetivo de superar el desafecto hacia la ciencia que sienten algunos estudiantes; la perspectiva de ciencia como cultura y los retos educativos que se demandan para el futuro obligan, pues, a plantearse herramientas, experiencias y propuestas de actuación que sirvan de apoyo a la nueva materia. Intercambiar ideas en una asignatura con las características de CMC no va a ser un lujo, sino una necesidad (De Pro, 2008). Así en palabras de Bernard Shaw: "Si tú tienes una manzana y yo tengo una manzana e intercambiamos manzanas, entonces tanto tú como yo seguimos teniendo una manzana, pero si tú tienes una idea y yo tengo una idea e intercambiamos ideas, entonces ambos tenemos dos ideas."

Seguir consumiendo energía a un ritmo desenfrenado y pretender que los agrocombustibles suplan este gran consumo a medida que va disminuyendo la disponibilidad de combustibles fósiles no es sostenible. La solución real sería llevar a cabo políticas que favorezcan la reducción del consumo energético y que los centros de enseñanza se conviertan en centros de formación de "activistas ilustrados" (Educadores por la sostenibilidad, 2006), que lideren el cambio que el deterioro ambiental está demandando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 1, Nº1,3-16. En: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf
- Albe, V. (2006). Tratar controversias científicas contemporáneas en clase. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 49, 95-104.
- Ballenilla, M. (2007). Biocombustibles: mito o realidad. En http://www.redires.net/Ajeno/BIOMITOREALIDAD_050907.pdf
- Ballenilla, M. y Ballenilla, F. (2007). La tasa del retorno energético. *El Ecologista* 55, 24-28. En: http://www.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Preocupacion/Ballenilla_TRE.pdf
- De Pro, A. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* 56, 87-97.

- Década de Educación para el Desarrollo Sostenible (2005 a 2014). En línea en: <http://www.oei.es/decada/>
- Dodge, B. (1995). WebQuest: A technique for Internet-based learning. *Distance Educator*, 1:2, pp. 10-13.
- Educadores por la sostenibilidad (2006). *Decáda por una Educación para la Sostenibilidad*. Boletín, 8 . En <http://www.oei.es/decada/boletin008.htm>
- EduTEKA (2002). *Construyendo una MiniQuest*. En: <http://www.eduteka.org/pdfdir/DiferenciasMiniquest.pdf>
- 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). 1-17.
- Fernández-González, M.(2008): Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), pp. 185-199. En: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_2/Fernandez_Gonzalez_2008.pdf
- Greenpeace (2007). Criterios de Greenpeace sobre bioenergía. En: <http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/criterios-de-greenpeace-sobre.pdf>
- Informe de la OCDE/FAO sobre los precios de los alimentos (2008). En: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000849/index.html>
- Mckeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Versión 2 En: http://www.esdtoolkit.org/Manual_EDS_esp01.pdf
- Mentxaba, I. (2004). Webquest: Internet como recurso didáctico. *Alambique*, 40, 62-70.
- Norris, S. P. y Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy, *Science Education*, 87, 224-240 en Federico, M. y Jimenez, M.P. (2006): ¿Clonación terapéutica? Decisiones sobre dilemas éticos en el aula. *Alambique didáctica de las Ciencias experimentales*, 49, 43-50.
- Observatorio de la Sostenibilidad de España. OSE (2007). Informe de la Sostenibilidad en España 2007 En: <http://www.sostenibilidad-es.org/observatorio%20sostenibilidad/esp/servicios/publicaciones/informe%20de%20sostenibilidad%20en%20espa%C3%B1a%202007/>
- Reglamento CEE 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. En: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/consleg/1991/R/01991R2092-20060506-es.pdf>.
- Righelato, R. y Spracklen D.V. (2007): Carbon Mitigation by Biofuels or by Saving and Restoring Forests?. *Science*, 317(5840), 902.
- Scharlemann, J. P. y Laurance W.F. (2008): How Green Are Biofuels?, *Science* 4, 319 (5859), 43 - 44.

BIOFUEL CONTROVERSY, A DIDACTIC PROPOSAL FOR THE "SCIENCES IN THE CONTEMPORARY WORLD".

SUNNMARY

We present a didactic proposal to be carried out in the new subject in spanish curriculum "Sciences in the Contemporary World". We take this controverted subject, using the term agrofuels instead of biofuels, to be developed in classroom, introducing it in a attractive way for the students, and stating at the same time its scientific foundations.

Key words: Sciences in the Contemporary World; Biofuels; MiniQuest; Advertising countermeasures; Education for the Sustainable Development; Scientific Alphabetization; Critical thinking.