



## Los biocombustibles

### El hombre y la energía

El ser humano, como todo ser vivo, depende del entorno para obtener energía. Previo al desarrollo industrial, el hombre utilizaba los animales, los vegetales, la fuerza del viento y del agua para obtener la energía necesaria para sus funciones vitales, para producir calor, luz y transporte. Luego, el hombre pasó a utilizar fuentes de energía almacenada en recursos fósiles, primero fue el carbón y posteriormente el petróleo y el gas natural.

Actualmente, los combustibles fósiles y la energía nuclear proporcionan cada año alrededor del 90% de la energía que se utiliza en el mundo. Pero las reservas de combustibles fósiles son limitadas y, en mayor o menor grado, son contaminantes.

Desde mediados del siglo XX, con el crecimiento de la población, la extensión de la producción industrial y el uso masivo de tecnologías, comenzó a crecer la preocupación por el agotamiento de las reservas de petróleo y el deterioro ambiental. Desde entonces, se impulsó el desarrollo de energías alternativas basadas en recursos naturales renovables y menos contaminantes, como la luz solar, las mareas, el agua, y la bioenergía proveniente de los biocombustibles.

### ¿Qué son los biocombustibles?

A diferencia de los combustibles fósiles que provienen de la energía almacenada durante largos períodos en los restos fósiles, los biocombustibles provienen de la biomasa, o materia orgánica que constituye todos los seres vivos del planeta. La biomasa es una fuente de energía renovable, pues su producción es mucho más rápida que la formación de los combustibles fósiles.

Entre los cultivos posibles de utilizar para la elaboración de biocombustibles, están los de alto tenor de carbohidratos (caña de azúcar, maíz, mandioca), las oleaginosas (soja, girasol, palmas) y las esencias forestales (eucalipto, pinos).

La siguiente tabla resume los biocombustibles, que se pueden obtener a partir de la biomasa:

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Tipos de combustibles obtenidos de la biomasa		
Sólidos	Líquidos	Gaseosos
Paja	Alcoholes	Gas de Gasógeno
Leña sin procesar	Biohidrocarburos	Biogás
Astillas	Aceites vegetales y ésteres derivados	Hidrógeno
Briquetas		
Carbón vegetal	Aceites de pirolisis	

Fuente: <http://usuarios.lycos.es/biodieseltr/hobbies4.html>

En gran parte del mundo, la leña (o carbón vegetal) que se obtiene a partir de la madera sigue siendo el principal biocombustible empleado para la cocina, la calefacción y la luz. Esta fuente de energía es un recurso renovable si se obtiene a partir de bosques convenientemente reforestados. Asimismo, muchos vehículos utilizan biocombustibles a base de metanol y etanol mezclado con gasolina. Se puede obtener etanol a partir de la caña de azúcar, de la remolacha o el maíz. En algunos países como la India y la China producen biogás a partir de la fermentación natural de desechos orgánicos (excrementos de animales y residuos vegetales).

### La obtención de biocombustibles

Según la naturaleza de la biomasa y el tipo de combustible deseado, se pueden utilizar diferentes métodos para obtener biocombustibles: procesos mecánicos (astillado, trituración, compactación), termoquímicos (combustión, pirolisis y gasificación), biotecnológicos (micro bacterianos o enzimáticos) y extractivos. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de estos principales procesos de transformación y de los biocombustibles derivados, así como las aplicaciones más frecuentes en cada uno de ellos. Cada uno de estos procesos se inicia con la biomasa vegetal que se forma a partir del proceso de fotosíntesis, con el aporte de la energía solar que captan y transforman estos organismos.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Proceso de obtención de biocombustibles						
	Mecánicos	Termoquímicos		Biotecnológicos		Extractivos
Técnicas	Astillado Trituración Compactación	Pirólisis	Gasificación	Fermentación	Digestión anaerobia	Extracción físico- química
Productos	Leñas Astillas Briquetas Aserrín	Carbón Aceites	Gas de gasógeno	Etanol Varios	Biogás CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Aceites Ésteres Hidrocarburos
Aplicaciones	Calefacción Electricidad	Calefacción Electricidad Transporte Industria química	Calefacción Electricidad Transporte Industria química	Transporte Industria química	Calefacción Electricidad	Transporte Industria química

Fuente: <http://usuarios.lycos.es/biodieseltr/hobbies4.html>

Cada técnica depende del tipo de biomasa disponible. Si se trata de un material seco puede convertirse en calor directo mediante combustión, el cual producirá vapor para generar energía eléctrica. Si contiene agua, se puede realizar la digestión anaeróbica que lo convertirá en metano y otros gases, o fermentar para producir alcohol, o convertir en hidrocarburo por reducción química. Si se aplican métodos termoquímicos es posible extraer metanol, aceites, gases, etc. El método de la digestión por el cual se obtiene biogás es el más empleado.

## Biocombustibles, producción y beneficios

### 1. El bioetanol

Ya en el año 1908, cuando Henry Ford diseñó su primer automóvil, él mismo promovía el empleo de etanol combustible, fabricado a partir de fuentes renovables. De hecho, en la década de 1920 se comercializó en Estados Unidos un 25% de etanol en la gasolina pero los altos precios del maíz, combinados con dificultades en el almacenamiento y transporte, hicieron concluir el proyecto. En la década de 1930 Henry Ford y varios expertos unieron fuerzas y se construyó una planta de fermentación para fabricar etanol a partir de maíz para combustible de motores, al que llamaron "gasohol". Pero en la década de 1940, los bajos precios del petróleo

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

llevaron al cierre de la planta de producción de etanol, y el gasohol fue reemplazado por el petróleo.

En la actualidad, el reemplazo del petróleo por fuentes de energía renovables y más limpias vuelve a cobrar impulso, y el bioetanol se presenta como una alternativa atractiva.

El bioetanol es un alcohol y su mayor parte se fabrica siguiendo un procedimiento similar al de la cerveza, en el que los almidones son convertidos en azúcares, los azúcares se convierten por fermentación en etanol, el que luego es destilado en su forma final.

Se produce principalmente a partir de caña de azúcar o maíz (en algunos casos el maíz es mezclado con un poco de trigo o cebada), cuyos hidratos de carbono son fermentados a etanol por las levaduras del género *Saccharomyces*.

La caña de azúcar es la fuente más atractiva para la producción de etanol, ya que los azúcares que contiene son simples y fermentables directamente por las levaduras. El mayor inconveniente es que resulta cara como materia prima. Los cultivos como el maíz son ricos en almidón, un hidrato de carbono complejo que necesita ser primero transformado en azúcares simples. Este proceso se denomina sacarificación, e introduce un paso más en la producción, con el consecuente aumento en los costos.

La producción podría realizarse a partir de desechos agrícolas, forestales, industriales o municipales. Las materias primas ricas en celulosa, como los desechos agrícolas y forestales son las más abundantes y baratas, sin embargo la conversión de la celulosa en azúcares fermentables es un proceso complejo y costoso que hace que la obtención de etanol a partir de desechos no sea rentable, al menos por ahora.

Los principales productores de alcohol como combustible son Brasil, Estados Unidos y Canadá. Brasil lo produce a partir de la caña de azúcar y lo emplea como "hidro-alcohol" (95% etanol) o como aditivo de la gasolina (24% de etanol). Estados Unidos y Canadá lo producen a partir de maíz (con un poco de trigo y cebada) y es el biocombustible más utilizado en diferentes formulaciones que van desde el 5% al 85% de etanol. Más de 1.500 millones de galones (5.670 millones de litros aprox.) se agregan anualmente a la gasolina para mejorar el rendimiento de los vehículos y reducir la polución atmosférica.

## 2. El Biodiesel

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

Cuando Rudolf Diesel diseñó su prototipo de motor diesel cien años atrás, lo hizo funcionar con aceite de maní. El vislumbraba que los motores diesel operarían a base de una variedad de aceites vegetales. Pero cuando el combustible diesel proveniente del petróleo irrumpió en el mercado, se convirtió en el combustible elegido ya que era barato, razonablemente eficiente y fácilmente disponible. A mediados de los 70, la escasez de combustible en los Estados Unidos estimuló el interés en diversificar sus fuentes y con ello el interés en desarrollar biodiesel como una alternativa al fabricado con petróleo. En la actualidad, las preocupaciones crecientes sobre la posibilidad de un cambio global del

clima está agregando más ímpetu al desarrollo de biodiesel como una alternativa al diesel de petróleo.

El biodiesel es un éster que puede producirse a partir de diferentes tipos de aceites vegetales, como los de soja, colza, girasol, y a partir de grasas animales.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.





## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

en cualquier motor diesel. El glicerol desplazado se recupera como un subproducto de la reacción.

El biodiesel tiene una cantidad de energía similar al diesel de petróleo pero es un combustible más limpio que el diesel regular y puede ser utilizado por cualquier tipo de vehículo diesel (vehículos de transporte, en embarcaciones, naves turísticas y lanchas), solo o en solución como aditivos para mejorar la lubricidad del motor. Actualmente el biodiesel se usa en varios países en mezclas con porcentajes diversos. Existe interés en utilizar biodiesel donde los trabajadores son expuestos a gases de escape de diesel, en aeronaves, para controlar la polución en el área de los aeropuertos y en locomotoras que enfrentan restricciones en su uso debido a sus emisiones.

El uso de biodiesel presenta ciertas ventajas:

- ü No contiene azufre y, por ende, no genera emanaciones de este elemento, las cuales son responsables de las lluvias ácidas.
- ü Mejor combustión, que reduce el humo visible en el arranque en un 30%.
- ü Reduce las emanaciones de CO<sub>2</sub>, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos.
- ü Los derrames de este combustible en las aguas de ríos y mares resultan menos contaminantes y letales para la flora y fauna marina que los combustibles fósiles.
- ü Volcados al medio ambiente se degradan más rápidamente que los petrocombustibles.
- ü Su combustión genera menos elementos nocivos que los combustibles tradicionales.
- ü Es menos irritante para la piel humana.
- ü Actúa como lubricante de los motores prolongando su vida útil.
- ü Su transporte y almacenamiento resulta más seguro que el de los petroderivados ya que posee un punto de ignición más elevado. El biodiesel puro posee un punto de ignición de 148°C contra los escasos 51°C del gasoil.

### 3. El Biogás

Casi tres mil millones de personas en el mundo emplean todavía la leña como fuente de energía para calentar agua y cocinar, lo que provoca, entre otros efectos, la pérdida de millones de hectáreas de bosques tropicales y zonas arboladas.

En respuesta a esta situación surgen otras alternativas para obtener energía, entre ellas, la producción de biogás a partir de la fermentación de la materia orgánica. Para la

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



obtención de biogás se puede utilizar como materia prima la excreta animal, la cachaza de la caña de azúcar, los residuales de mataderos, destilerías y fábricas de levadura, la pulpa y la cáscara del café, así como la materia seca vegetal. Esta técnica permite resolver parcialmente la demanda de energía en zonas rurales, reduce la deforestación debida a la tala de árboles para leña, permite reciclar los desechos de la actividad agropecuaria y, es un recurso energético “limpio” y renovable.

El biogás que se desprende de los tanques o digestores es rico en metano que puede ser empleado para generar energía eléctrica o mecánica mediante su combustión, sea en plantas industriales o para uso doméstico.



**Digestor doméstico**



**Digestor industrial**

Las fotografías muestran digestores de uso doméstico y otros industriales para la obtención de biogás. La primera instalación doméstica para producir biogás se habría construido en la India alrededor del 1900. Actualmente funcionarían en ese país alrededor de 200 mil biodigestores, y en China alrededor de 6 millones. Las instalaciones industriales de producción de biogás emplean tanques de metal que sirven para almacenar la materia orgánica y el biogás por separado. Debido al gran volumen de materia orgánica que necesita para garantizar la producción de biogás y la cantidad de biofertilizante que se obtiene, se diseña con grandes estanques de recolección y almacenamiento construidos de ladrillo u hormigón.

Fuente: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo04.htm>

El biogás se obtiene al descomponerse la materia orgánica debido a la acción de cuatro tipos de bacterias, en ausencia de oxígeno:

- a. las hidrolíticas, que producen ácido acético, compuestos monocarbonados, ácidos grasos orgánicos y otros compuestos policarbonados;

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



b. las acetogénicas, productoras de hidrógeno;

c. las homoacetogénicas, que pueden convertir una cantidad considerable de compuestos carbonados en ácido acético;

d. las metanogénicas, productoras del gas metano, principal componente del biogás, con una proporción de 40 a 70 % de metano (CH<sub>4</sub>).

Algunas ventajas del empleo de biogás:

1. Permite disminuir la tala de los bosques al no ser necesario el uso de la leña para cocinar.
2. Presenta diversidad de usos: alumbrado, cocción de alimentos, producción de energía eléctrica, transporte automotor y otros.
3. Produce biofertilizante rico en nitrógeno, fósforo y potasio, capaz de competir con los fertilizantes químicos, que son más caros y dañan el medio ambiente.
4. Elimina los desechos orgánicos, por ejemplo, la excreta animal, contaminante del medio ambiente y fuente de enfermedades para el hombre y los animales.

### Beneficios de los biocombustibles

El uso de biomasa vegetal en la elaboración de combustibles podría beneficiar la realidad energética mundial con una significativa repercusión en el medio ambiente y en la sociedad, como se detalla a continuación:

- a. El uso de biocombustibles como fuente de energía renovable puede contribuir a reducir el consumo de combustibles fósiles, responsables de la generación de emisiones de gases efecto invernadero.
- b. Son una alternativa viable al agotamiento ya sensible de energías fósiles, como el gas y el petróleo, donde ya se observa incremento en sus precios.
- c. Se producen a partir de cultivos agrícolas, que son fuentes renovables de energía.
- d. Pueden obtenerse a partir de cultivos propios de una región, permitiendo la producción local del biocombustible.
- e. Permiten disponer de combustible independientemente de las políticas de importación y fluctuaciones en el precio del petróleo.
- f. Producen mucho menos emisiones nocivas para los seres vivos, el agua y el aire.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

### **Biocombustibles en Argentina**

En la Argentina el desarrollo de un mercado de biodiesel y bioetanol presenta ventajas que hacen que el gobierno esté impulsando proyectos de producción en diferentes regiones del país. Existe un *Proyecto de Ley en el Honorable Senado de la Nación*,

presentado el 6 de julio de 2004 destinado a promover el desarrollo de energías alternativas limpias y a ayudar de forma significativa al desarrollo sustentable de los biocombustibles en Argentina a través de incentivos fiscales a la producción y comercialización (ver <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/nw/0-0/agricultura/index.php>).

En un documento publicado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, titulado "Biodiesel en Argentina" se destacan las ventajas de producir biodiesel en la Argentina. Entre ellas:

1. La producción de oleaginosas en Argentina, principalmente soja, cubre la demanda que se necesita para la producción del biocombustible.
2. Existen grandes superficies aptas para el desarrollo de cultivos oleaginosos siendo el producto de estos (aceites) el principal insumo para la producción del biocombustible.
3. Con el desarrollo del Biodiesel se podría originar mayor valor agregado al aceite, materia prima para la producción del biocombustible.
4. Argentina es uno de los líderes mundiales en exportación de aceites vegetales.
5. Gran mercado interno de consumo de combustible diesel.
6. Posibilidad de emplear el biodiesel puro o combinado con el combustible fósil. Actualmente el gasoil es el combustible que lidera el consumo, con el 50,6% del total de combustibles consumidos. Esto es fundamental por la posibilidad que tiene el biodiesel de sustituir el gasoil o mezclarse con el mismo en la proporción que desee sin alterar el normal funcionamiento del motor. Por ejemplo, 20% biodiesel, 80% gasoil.
7. Favorable impacto ambiental.
8. Compromiso del Gobierno Nacional en apoyar todo proyecto para producir Biodiesel.

Actualmente las plantas elaboradoras de aceites se localizan en 6 provincias argentinas, la mayoría de las mismas cercanas a las zonas de embarque de la Pcia. de Santa Fe, y sur de la Provincia de Buenos Aires, respondiendo a la actual estructura agro-exportadora Argentina. Existen otras áreas donde la producción también es

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

factible. Además, la producción de biodiésel podría generar nuevos negocios, como nuevas plantas elaboradoras de aceite, aprovechamiento integral de los subproductos, ej.: glicerina, fertilizante potásico, recuperación de los alcoholes que se hayan empleado en la transesterificación de los aceites, y la posibilidad de obtener otros productos tales como lubricantes, solventes e insecticidas.

### **Biotecnología y Biocombustibles**

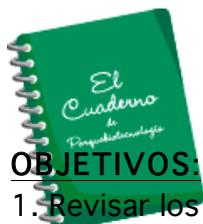
Si se considera el sentido más amplio o clásico del término “biotecnología”, la obtención de combustibles a partir de organismos o de sus derivados, convierten al biocombustible en un producto biotecnológico. También la biotecnología moderna que emplea técnicas de ingeniería genética para el mejoramiento de cultivos puede contribuir de forma significativa al desarrollo de los biocombustibles reduciendo los costos de cultivo y aumentando el potencial de producción de forma significativa. Esto permitiría aumentar la competitividad de los cultivos energéticos en relación con los combustibles fósiles.

Entre los proyectos en desarrollo se encuentra la obtención de levaduras OGM para la producción de bioetanol a partir de desechos agrícolas. Según las Novedades en Biotecnología publicadas el 1° de julio de 2004 en [www.porquebiotecnologia.com](http://www.porquebiotecnologia.com) la Universidad de Purdue (EEUU) obtuvo una cepa de levadura genéticamente modificada capaz de producir bioetanol a partir de residuos celulósicos que habitualmente se desechan o se destinan a la alimentación animal. La levadura OGM produce un 40% más de bioetanol a partir de azúcares derivados de residuos, como cañas de maíz y paja de trigo, que las levaduras comunes. Otro proyecto, contempla la modificación genética de bacterias para optimizar la conversión de la pulpa de la remolacha azucarera, generalmente de poco valor para los agricultores y procesadores de este cultivo, en una importante fuente renovable de metanol.

Se estima que, a largo plazo, los avances de la biotecnología podrán ofrecer aún mayores ventajas en los cultivos bioenergéticos que aumentarán la eficiencia de los mismos.

### **ACTIVIDADES**

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

### **OBJETIVOS:**

1. Revisar los conceptos explicados en el texto.
2. Relacionar los conceptos trabajados en el texto con otros contenidos de la currícula.
3. Interpretar las novedades de biotecnología publicadas recientemente a partir de los conocimientos adquiridos en el Cuaderno.
4. Aplicar los conceptos del texto a una actividad experimental y analizar sus resultados.

### **DESTINATARIOS:**

Las siguientes actividades pueden aplicarse al nivel EGB 2 y 3, y al Polimodal. En el caso de la EGB el tema de los biocombustibles puede incluirse al trabajar los recursos naturales, el ciclo de la materia y el flujo de la energía en el ecosistema, y la relación

entre el hombre y su ambiente. En el nivel Polimodal, también se puede incluir el concepto de biocombustibles al trabajar conceptos vinculados a la energía, sus formas y transformaciones, los recursos energéticos y las fuentes alternativas de energía.

### **CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS:**

Uno de los aspectos interesantes para trabajar con los alumnos a partir de este Cuaderno, es el hecho de que el hombre desde siempre utilizó y modificó la naturaleza a través de sus actividades. Es decir que, la intervención en la naturaleza y su modificación, no son hechos recientes ni exclusivos de los procesos biotecnológicos. Es interesante dejar en claro este concepto ya que se suele atribuir a la biotecnología moderna, y particularmente la modificación genética de organismos, la responsabilidad de alterar la naturaleza. El hombre desde siempre aprovechó los recursos que le ofrece la naturaleza para su propio beneficio y, por este motivo, es responsable de los beneficios y de los perjuicios que pueda causarle al ambiente que comparte con el resto de los seres vivos.

Otro aspecto interesante que se desprende del anterior, es el hecho de que la intervención del hombre puede resultar beneficiosa para el ambiente y para el resto de los seres vivos. Habitualmente, se asocia el término "*impacto*" ambiental con los efectos negativos que puedan derivar de las actividades humanas. Sin embargo, el impacto también puede ser positivo. De hecho, mucho de los productos

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

biotecnológicos influyen positivamente en los consumidores o en el ambiente. El caso de los biocombustibles es un ejemplo de esto.

Resulta importante recalcar el hecho de que el hombre, como el resto de las especies, depende de los recursos naturales para su subsistencia. Por lo tanto, debe hacer uso de ellos, debe consumir productos vegetales y/o animales, cazar, pescar, talar árboles, controlar plagas, etc. Sin embargo, es importante introducir la idea de *uso responsable y sustentable de los recursos*. Es decir que el hombre debe planificar y controlar el aprovechamiento de los recursos, evitando su agotamiento y asegurando su renovabilidad.

Resulta interesante analizar la relación del hombre con la naturaleza en función del contexto socio-histórico en que se desarrolla, incluido el contexto científico-tecnológico que lo acompaña. Los avances en la ciencia y la tecnología aportan nuevas alternativas en esta relación del hombre y su entorno.

El tema de los biocombustibles puede trabajarse en combinación con docentes de química para profundizar conceptos vinculados con la energía, sus formas y transformaciones, y también con el área de las ciencias sociales en temas vinculados con los recursos naturales, su aprovechamiento y agotamiento.

Entre las actividades se propone la realización de una entrevista, que se podría trabajar previamente con los docentes de lengua, para analizar las características de este discurso, la formulación clara y adecuada de las preguntas, la muestra a encuestar, la diferencia entre el discurso oral y el escrito, la recolección y el análisis de datos, y la elaboración de conclusiones. También se debe insistir en la presentación de un informe del trabajo, que incluya la desgrabación y redacción de la entrevista.

### **ACTIVIDAD 1. Comprensión del texto**

Esta actividad resulta de utilidad para repasar temas trabajados en el Cuaderno y también como propuestas para investigar temas vinculados que no se explicitan en el texto.

A continuación se presentan dos tablas con datos referidos a las fuentes de energía empleadas por el hombre en diferentes épocas de su historia. Se sugiere presentar ambas tablas a los alumnos para analizar los datos y responder a las preguntas que siguen:

Tabla 1:

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Fuentes de energía de la sociedad preindustrial		
Tipo de energía	Origen	Uso
Muscular	Alimentación humana o animal	Transporte, arado de la tierra
Calórica	Leña, carbón vegetal, estiércol, residuos de cosechas	Abrigo, cocción de alimentos, fundición de metales
Hidráulica	Fuerza del agua	Molinos
Eólica	Fuerza del viento	Navegación
Geotérmica	Calor interno de la tierra	Baños termales
Fuentes de energía de la sociedad industrial		
Renovables		No renovables
Energía solar		Energía nuclear
Energía eólica		Combustibles fósiles: Carbón Petróleo Gas natural
Energía mareomotriz		
Energía hidroeléctrica		
Energía geotérmica		
Bioenergía		

Tabla 2:

- ¿A qué hacen referencia ambas tablas?
- ¿Qué similitudes y qué diferencias se encuentran entre una y otra?
- Definir los siguientes términos y aportar un ejemplo de cada uno de ellos:
  - recurso natural
  - recurso energético
  - recurso no energético
  - recurso renovable
  - recurso no renovable
- Investigar cuáles son los usos que se le dan actualmente a las diferentes formas de energía que aparecen en la Tabla 2.
- Relacionar los conceptos *bioenergía*, *biocombustible* y *biomasa*.
- ¿Se podrían considerar los biocombustibles como productos biotecnológicos? Justificar la respuesta y dar ejemplos de posibles fuentes de biocombustibles.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

- g. Indicar cuáles son los principales biocombustibles que se emplean o se están desarrollando en la actualidad.
- h. ¿Cuál es la ventaja del empleo de biocombustibles frente a los combustibles fósiles?
- i. ¿Cuál es el aporte de la biotecnología moderna a la producción de biocombustibles? Aportar ejemplos.
- j. ¿Qué propone la ley de biocombustibles presentada en la Cámara de Senadores de la Nación? Nota: para responder se sugiere leer previamente la noticia publicada en “Novedades de Biotecnología” en [www.porquebiotecnologia.com](http://www.porquebiotecnologia.com) el 8 de julio de 2004 y en el diario Clarín el 3 de julio de 2004.

### **Actividad 2. La historia reciente de la energía**

(Adaptada de *QuimCom*, Química en la Comunidad. Addison Wesley Iberoamericana ; Biología II. Ecología y Evolución. Libro de Actividades. Editorial Estrada 2001)

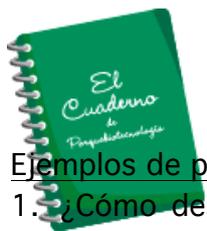
Nota para el docente: esta actividad se puede aplicar a alumnos de EGB 2 y 3.

En esta actividad se propone elaborar y realizar una entrevista para investigar cómo cambió la vida de las personas desde comienzos del siglo XX hasta la actualidad a partir del incremento en el uso del petróleo. La entrevista se realizará a personas mayores que puedan dar cuenta de los cambios en las costumbres desde principio de siglo XX y se comparará con datos de la actualidad.

#### Desarrollo de la actividad

- § Organizar la clase en grupos y elaborar preguntas para incluir en la entrevista (ver ejemplos más abajo).
- § Hacer una puesta en común para decidir entre toda la clase cuáles son las preguntas que incluirá la entrevista. Todos los grupos deberán aplicar las mismas preguntas para poder comparar los resultados.
- § Tomar la entrevista a algún miembro del propio grupo o a otro alumno de la escuela para conseguir información de las costumbres actuales.
- § Entrevistar a abuelos de miembros del grupo u otras personas de 70-80 años.
- § Grabar y/o registrar por escrito las respuestas.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

### Ejemplos de preguntas para la entrevista

1. ¿Cómo describiría la localidad donde vivió cuando era niño: urbana, suburbana o rural?
2. ¿Cuál era la fuente principal de calefacción en la casa donde pasó su infancia?
3. ¿Cómo se abastecía esta fuente de calor? ¿Tenía usted que conseguir el combustible o era entregado en su casa?
4. Considerando la limpieza, comodidad y cantidad de calor producido, ¿cómo se compara esta fuente de calor con la que se emplea en la actualidad?
5. ¿Cuál era la fuente principal de iluminación en la casa de su infancia? ¿Qué fuente de energía se empleaba para obtenerla?
6. ¿Cuál era el medio principal de transporte público? ¿Qué proveía la energía para este transporte?
7. ¿Cuál era el medio principal de transporte privado? ¿Qué tan común era este medio de transporte? ¿Cuál era su fuente de energía?
8. ¿Qué combustible se empleaba para cocinar?
9. Si compraba alimentos, ¿cómo estaban empacados?
10. ¿En qué tipo de envase se obtenía la leche?
11. ¿Qué clase de jabón se empleaba para lavar la ropa? ¿Cómo se compara su eficiencia con los jabones y detergentes actuales?
12. ¿Cuáles eran las telas principales que se empleaban para la ropa? ¿De qué estaban hechas?

### Análisis de la información

- § Resumir en una tabla los resultados de las entrevistas de los diferentes grupos.
- § Establecer las diferencias entre las respuestas dadas por personas mayores y las de otros alumnos.
- § Indicar cuáles fueron los beneficios y los perjuicios del aumento en el consumo de petróleo.
- § Indicar, de los productos que se mencionan en la entrevista, qué cambios existen en la actualidad en su producción y cómo interviene la biotecnología en la elaboración.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

### ACTIVIDAD 3. Producción de biogás. Experiencia de laboratorio

Actividad adaptada de El Libro de la Naturaleza y la tecnología 8, EGB. Editorial Estrada (1998), y Biología II. Polimodal. Ecología y Evolución. Editorial Estrada (2001)

El biogás es un gas producido por la acción de microorganismos sobre materia orgánica de desecho, por ejemplo restos vegetales (cáscaras de frutas, hojarasca, etc.) o estiércol (excremento de animales). Durante este proceso de transformación de la materia los microorganismos obtienen energía mediante diferentes procesos. Algunos de los microorganismos liberan *dióxido de carbono* en el proceso de respiración, que otros microorganismos emplean en la fermentación y producen *metano* que liberan al entorno.

El metano producido por este método es una fuente de energía alternativa, denominada **bioenergía**, que puede reemplazar a las fuentes tradicionales de energía.

#### Propósito de la actividad

La experiencia consiste en la construcción de un digestor de materia orgánica, donde se podrá comprobar la producción de biogás por la acción de los microorganismos anaerobios (bacterias metanógenas), que están presentes en los desechos orgánicos. Mediante esta experiencia es posible demostrar la acción de un tipo de microorganismos que se incluye en el grupo de los extremófilos: las bacterias metanógenas que viven en ausencia de oxígeno.

#### Construcción del digestor de materia orgánica

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.

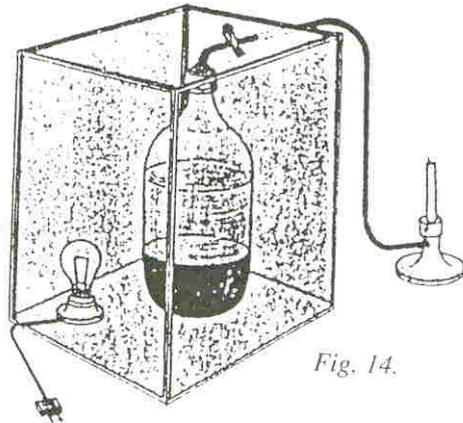
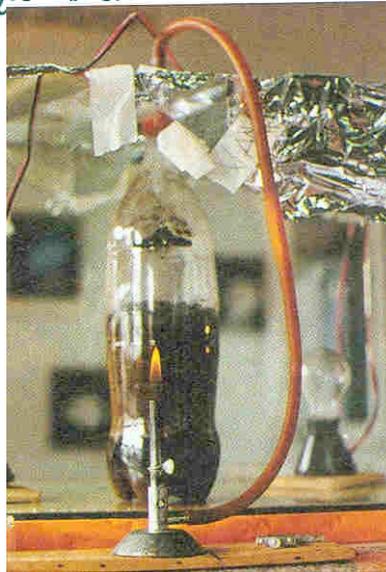


Fig. 14.



### 1. Materiales

- botella plástica de dos litros de capacidad, con tapa
- manguera de goma
- pinza o llave para cerrar la manguera
- tapón agujereado por donde atravesar la manguera de goma o un tubo de vidrio al que se unirá la manguera de goma
- mechero
- caja de cartón, de madera o de telgopor
- lámpara de 60-75 watt que proveerá de calor al sistema
- estiércol de caballo, de vaca o de aves y restos vegetales
- agua hervida (sin cloro)
- agua de cal (se utiliza para comprobar la presencia de dióxido de carbono).

### 2. Armado del digestor

- colocar los restos orgánicos dentro de la botella hasta la mitad de su capacidad;
- llenar la botella con agua hasta cubrir la materia orgánica (y un poco más);
- cerrar la botella con el tapón que ya tiene atravesada la manguera o el tubo de vidrio;
- además de poner el tapón se puede sellar la botella con una resina o con la misma tapa a rosca de la botella (que debe estar perforada para que entre el tapón) para evitar la

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

fuga de gas o que el tapón se libere (ya que puede ser despedido por la presión que ejerce el gas que se acumula en la botella);

- unir la manguera al mechero y cerrarla con la pinza;
- colocar la botella dentro de la caja junto con la lámpara que debe permanecer encendida todo el tiempo para mantener la temperatura a 40°C aproximadamente.

### 3. Desarrollo

- Al cabo de 7 - 10 días, aproximadamente, el líquido de la botella tendrá burbujas. al tocar la manguera que la cierra, es posible comprobar que la presión es diferente a ambos lados de la llave.
- Colocar el extremo de la manguera dentro de un recipiente con agua de cal. Abrir la manguera para dejar salir el gas acumulado en la botella. Si el agua se pone turbia indica que la manguera despidió dióxido de carbono que se produjo en la botella. “Estrangular” la botella para sacar la mayor cantidad posible de dióxido de carbono.
- Volver a cerrar la llave de la manguera.
- A partir de este momento, habiendo poco oxígeno en la botella (consumido en una primera etapa por la respiración de algunos microbios) se intensifica la producción de gas metano por otro tipo de bacterias que no necesitan oxígeno. La producción de biogás (metano) lleva varios días y, a medida que se produce, la botella “estrangulada” se hincha.
- Para comprobar la producción de biogás abrir la llave de la manguera y prender el mechero.



**Aclaración:** hay que tener en cuenta que se trabaja con microorganismos que, como otros seres vivos, necesitan condiciones adecuadas para cumplir con sus actividades. Puede ocurrir que haya

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

fluctuaciones en las condiciones de la experiencia y que la producción de biogás sea escasa. En ese caso, se debe probar nuevamente hasta que se encuentren las condiciones adecuadas.

### Preguntas para el análisis de la experiencia

- a) ¿Cuál es el significado del término “bioenergía”?
- b) ¿Cómo se denomina al tipo de bacteria responsable de la producción de metano? **Respuesta:** metanógenas. Esta pregunta se relaciona con la nota analizada en la pregunta anterior.
- c) ¿Por qué será necesaria una temperatura de 40°C para lograr la producción de biogás?
- d) ¿Se obtendrían los mismos resultados si se realizara esta experiencia a 0°C o a 100°C? ¿Por qué?
- e) ¿A qué se debe la aparición de burbujas en el líquido y la presión que se siente en la manguera a los 7-10 días de la experiencia?
- f) ¿Por qué se debe eliminar del digester el dióxido de carbono que se genera en la primera etapa?
- g) ¿Cuál es la ventaja de la utilización del biogás como fuente de energía?

### ACTIVIDAD 4. Análisis de Novedades de Biotecnología

Las siguientes Novedades de Biotecnología se publicaron recientemente en el sitio de *Por Qué Biotecnología* ([www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)). Se puede trabajar a partir de estas noticias o sugerir a los alumnos que ellos mismos realicen la búsqueda de novedades del tema. A continuación se transcriben algunos artículos y se sugieren preguntas para el análisis de la información.

Novedad. Publicada el 26 de febrero de 2004

#### **El metanol producido a partir de remolacha azucarera podría suministrar combustible para un millón de vehículos**

La compañía Atlantic Biomass Conversions está trabajando junto a la Universidad de Maryland, el Hood College y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en el diseño de un bioreactor que optimice la producción de metanol a partir de la pulpa

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

de la remolacha azucarera, industria que podría generar 250 millones de galones de metanol por año. La pulpa de remolacha azucarera, generalmente de poco valor para los

agricultores y procesadores de este cultivo, podría transformarse en una importante fuente renovable de metanol. Hasta 500.000 vehículos que funcionan con este combustible podrían ser impulsados con el metanol producido a partir de la pulpa generada en las refinerías de azúcar de los Estados Unidos o de Europa. El proceso de producción de metanol a partir de pulpa se integraría al procesamiento que actualmente se realiza en las plantas procesadoras de remolacha azucarera. Tal producción permitiría una reducción considerable en el uso de combustibles derivados del petróleo y a la vez beneficiaría económicamente a los productores de remolacha azucarera. La etapa inicial de proyecto contempla la modificación genética de las bacterias para optimizar la conversión de pulpa en metanol. Después, el desarrollo se centraría en maximizar el rendimiento tanto de azúcar como de metanol por hectárea de cultivo de remolacha azucarera. El objetivo final es adaptar a las bacterias modificadas genéticamente para que puedan generar metanol a partir de otros desechos agrícolas y forestales. Por ejemplo, la industria internacional de la madera y del papel produce más de 700 millones de toneladas de residuos por año. Convertir esta biomasa en combustible serviría para hacer funcionar con metanol a 20 millones de autos. Nota: En la elaboración de azúcar de remolacha azucarera, las remolachas se desmenuzan y se extrae el jugo, a partir del cual se obtiene el azúcar. El residuo que queda después de la extracción del jugo se llama pulpa húmeda de remolacha azucarera y es empleado como alimento para el ganado.

Novedad publicada el 27 de agosto de 2004

### **Generador que convierte el aceite de girasol en hidrógeno**

Un grupo de ingenieros de la Universidad de Leeds, Inglaterra, liderado por Valerie Dupont, desarrolló un nuevo generador experimental que transforma el aceite de girasol en hidrógeno, el que puede ser empleado como combustible. “La producción de hidrógeno a partir de aceite de girasol podría ser una alternativa más amigable con el ambiente, ya que el hidrógeno es un combustible que no genera contaminación y se produciría a partir de una fuente renovable abundante que nos permite dejar de depender del petróleo”, explicó Dupont. Cuando los combustibles derivados del petróleo entran en combustión, generan dióxido de carbono, gas que contribuye al

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

efecto invernadero y al calentamiento global. Por el contrario, el hidrógeno emite sólo agua como residuo cuando se lo emplea en pilas de combustible, donde reacciona con el oxígeno para generar electricidad y calor. El hidrógeno puede ser usado como combustible para autos, fábricas y también en el hogar. Las grandes empresas de automóviles están desarrollando esta tecnología para reemplazar a los derivados del petróleo. Las pilas de combustible también podrían

emplearse para dar electricidad y calor en las casas y edificios. El generador diseñado por el grupo de la Universidad de Leeds usa el aceite de girasol, aire, vapor de agua y dos catalizadores que permiten almacenar y liberar el oxígeno o el dióxido de carbono durante la producción de hidrógeno. Puede rendir hidrógeno con una pureza del 90%, lo que resulta más eficiente que otros generadores, que alcanzan sólo el 70%. Nota: El método convencional para producir hidrógeno en gran escala se basa en la reacción de hidrocarburos con el vapor de agua a alta presión y temperatura elevada.

Novedad publicada el 1° de julio de 2004

### **Levaduras OGM para la producción de bioetanol a partir de desechos agrícolas**

La Universidad de Purdue (EEUU) obtuvo una cepa de levadura genéticamente modificada capaz de producir bioetanol a partir de residuos celulósicos que habitualmente se desechan o se destinan a la alimentación animal. La levadura OGM produce un 40% más de bioetanol a partir de azúcares derivados de residuos, como cañas de maíz y paja de trigo, que las levaduras comunes. Los residuos agrícolas están compuestos principalmente por celulosa y hemicelulosa. A diferencia de las fuentes tradicionales que se usan para la obtención de etanol, como los granos de maíz y el jugo de la caña de azúcar, los desechos agrícolas contienen dos azúcares principales, la glucosa y la xilosa. Este último, que constituye el 30% de los desechos celulósicos, no puede ser fermentado por las levaduras comunes. Los científicos de Purdue modificaron genéticamente las levaduras introduciendo tres genes adicionales que permiten convertir la glucosa y también la xilosa, en etanol. La empresa logen obtuvo la licencia no exclusiva para emplear las levaduras desarrolladas por la Universidad de Purdue. Su planta piloto de Ottawa (Canadá), es la primera en el mundo capaz de producir bioetanol a partir de desechos, y gracias a estas levaduras, ahora está obteniendo el combustible a partir de paja de trigo. La posibilidad de obtener bioetanol a partir de desechos agrícolas significa un avance enorme en la

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



industria de los biocombustibles, ya que lo transforma en un proceso más rentable, al abaratar considerablemente los costos de la materia prima.

Preguntas para el análisis de las tres novedades:

- ¿Cuál es el biocombustible en desarrollo según esta nota?
- ¿Cuál sería la utilidad o aplicaciones del biocombustible?
- ¿Cuál es la materia prima a partir de la cual se obtendría el combustible?
- ¿Cuáles son los beneficios de este método de producción?

e. ¿Cómo se incorpora la ingeniería genética en este proceso productivo?

Nota para el docente: se podría diseñar una tabla en la que se resuman las principales ideas de estos artículos y de otros que los alumnos encuentren:

Título de la Novedad	Biocombustible en desarrollo	Utilidad o aplicaciones del biocombustible	Materia prima para la obtención	Beneficios del método de producción	Aporte de la ingeniería genética al proceso de producción

### Material de Consulta

1. *Argentina, Biodiesel y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio*. Por Sebastián Sala y Fabián Gaioli. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Cambio Climático. [http://www.medioambiente.gov.ar/cambio\\_climatico/default.htm](http://www.medioambiente.gov.ar/cambio_climatico/default.htm)
2. *Desarrollo sustentable de los biocombustibles en Argentina: ¿El mañana es hoy?* Biocombustibles en Argentina. Revista Granos. Septiembre 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/nw/0-0/agricultura/index.php>
3. Información acerca de las ventajas del biodiesel. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/biodiesel/propiedades.php>.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 58 de

4. Sitio en inglés con recursos para el docente para el trabajo de temas de química en el aula. Incluye experiencias y preguntas para la evaluación de los contenidos. American Chemical Society, (1988) *QuimCom: Química en la comunidad*, Ed. Eddison-Wesley Iberoamericana, USA.  
<http://lapeer.org/ChemCom/> <http://lapeer.org/ChemCom/CCResources.html>
5. Naturaleza educativa. Sitio en español con abundante información de diferentes temas. Entre ellos la energía, su historia, fuentes alternativas, etc.  
[http://www.iespana.es/natureduca/energ\\_biocombust.htm](http://www.iespana.es/natureduca/energ_biocombust.htm)
6. El Libro de la Naturaleza y la tecnología 8, EGB. Editorial Estrada (1998).
7. Biología II. Polimodal. Ecología y Evolución. Editorial Estrada (2001)
8. Biotecnología. Programa de perfeccionamiento docente. PRO CIENCIA Conicet. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. 1996.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.