

LA BIOENERGÍA EN AMÉRICA LATINA. UNA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA EN EL BACHILLERATO

Martha Yduma Hernández Baños¹

Resumen

La energía es un recurso estratégico para cualquier nación; desde la revolución industrial la base energética proviene de fuentes fósiles: carbón, gas natural y petróleo, el resultado de su extracción, transformación y consumo ha sido el agotamiento de recursos no renovables y la contaminación de suelos, aguas y atmósfera. Ante la creciente preocupación por el deterioro del medio ambiente han surgido diversas alternativas para la obtención de energía por medio de fuentes renovables o limpias, entre las que se pueden citar, la bioenergía. Una de las consecuencias territoriales del surgimiento de la bioenergía es la dispersión espacial de las fuentes de suministro y la extensión de cultivos dedicados a los biocombustibles.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la bioenergía como actividad económica, por medio de estrategias didácticas que involucren su espacialidad y sus repercusiones ambientales, económicas y sociales. En el ámbito de la enseñanza, es importante considerar y relacionar la realidad ambiental con el aprendizaje significativo del alumno, en este caso, se utiliza a la bioenergía como un elemento para el aprendizaje de la geografía y actualidad latinoamericana. El tema se inscribe en los programas de geografía general y económica del bachillerato de la UNAM.

Palabras clave: bioenergía, estrategia didáctica, geografía económica, enseñanza, bachillerato universitario.

¹ Escuela Nacional Preparatoria. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. E-mail: myduma@gmail.com

¿Qué es la bioenergía?

La bioenergía es la energía que se obtiene a partir de la biomasa, entendiendo a ésta como la materia orgánica producto de actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas, acuicultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticos, comerciales e industriales.² Los bioenergéticos son los combustibles obtenidos de la biomasa, pueden ser sólidos como la leña, materiales agrícolas de desecho y carbón vegetal; líquidos, como el bioetanol, aceitosos como el biodiesel, y gaseosos, como el metano o el hidrógeno. La tecnología para obtener biocombustibles se ha ido desarrollando a lo largo del tiempo dando lugar a generaciones de biocombustibles estrechamente relacionadas con el tipo de biomasa utilizada para su producción. Así, se habla de biocombustibles de primera generación los que aprovechan plantas como el maíz, la caña de azúcar, la soya y el trigo, cultivos dedicados al consumo humano; los de segunda generación se obtienen de desechos agroindustriales, como el bagazo de caña y agave, rastrojo de maíz, cascarilla de arroz, virutas, aserrín, paja, papel y desechos forestales como la leña, principalmente, o cultivos que no se utilicen para alimento humano como la jatropha, la higuera, el coco y la palma africana. A la algacultura se la considera biomasa de tercera generación, la tecnología actual permite obtener de estos microorganismos acuáticos hasta el 50 o 60% de su peso en aceites que se traducen a biodiesel, ocupan poco espacio y trabajan durante todo el año con agua de mar y radiación solar, y no compiten en el aspecto alimenticio. Algunos especialistas consideran a las bacterias genéticamente modificadas como la cuarta generación en tecnología y biomasa; organismos como la *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*, generan etanol de forma natural pero en muy baja proporción por lo que se trabaja desde la biotecnología para aumentar su producción.³

Respecto al biodiesel se obtiene de aceites vegetales o grasas animales que puede ser utilizado como sustituto total o parcial del gasoil en motores de diesel convencional, puede obtenerse a partir de la soja, la colza y la palma aceitera entre otros. Puede usarse como aditivo de combustibles derivados del petróleo en proporciones del 1 al 5% o como combustible puro al 100% conocido como B100 o en diferentes proporciones, como el B30, 30% de biodiesel y 70% de diesel petrolífero. El

² Ley de Promoción y Desarrollo de Biocombustibles, DOF del 2 de febrero de 2008, México, p.

³ Romero, Laura (2008) Obtienen etanol de bacterias y residuos agroindustriales, *Gaceta, UNAM, No. 4087 del 31 de julio de 2008*, México, pp. 8-9

biodiesel tiene menor tiempo en el mercado, la primera planta piloto se construyó en el año de 1958 el Silberberg, Austria a partir de aceite de colza o cáñola o cártamo.

La bioenergía representa una de las fuentes de energía renovables más utilizada en el mundo, 80% de las energías renovables, que significa el 11% del consumo total de energía a nivel internacional.⁴ Una de las particularidades de la bioenergía es la dispersión espacial de las fuentes de suministro dependientes de la naturaleza y de los recursos naturales, su práctica involucra distintas dimensiones, la agrícola, la industrial, la social y la ambiental.

Aspectos teórico geográficos

El desarrollo de la bioenergía, como una actividad económica realizada en un espacio y tiempo determinados, plantea el estudio del territorio desde la ciencia geográfica, en lo particular, su aparición en México no deja de ligarse y ser indicativo del proceso de globalización al que está sujeto todo espacio geográfico en sus diferentes escalas. Por sus propias características, la bioenergía tiende a practicarse en lugares con aptitud agrícola, cuando se trata de cultivos de altos rendimientos comercializados a gran escala, es decir, biomasa de primera generación; en cambio, tenderán a ser producidos en espacios marginales o en tierras de temporal cuando sean promovidos por programas gubernamentales e involucren la participación de campesinos, ejidatarios o comuneros con cultivos de bajos requerimientos técnicos, mecánicos y escasos insumos agrícolas, agua y abonos. La lógica del mercado exige en estos momentos la eficacia de la inversión con la reproducción del capital; en ese sentido, el proceso productivo, para ser eficaz, requerirá de la regulación de la economía y del territorio⁵

La experiencia en otras latitudes, principalmente la de países en desarrollo, muestra la importancia que sobre el medio natural tiene el interés del capital internacional y la división del trabajo, al persuadir a estos países de aprovechar sus ventajas territoriales, así, se pondera el éxito de los intercambios comerciales sobre el cuidado y conservación del medio ambiente, Milton Santos lo refiere de esta manera *“La razón del comercio, y no la razón de la naturaleza, preside su instalación (el uso de sistemas técnicos sobre lo local). En otras palabras, su presencia se vuelve*

⁴ Masera Cerutti, Omar (2006) La Bioenergía en México, p. XVI

⁵ Milton Santos, (2000), La Naturaleza del Espacio, Ariel Geografía, Barcelona, p. 194.

progresivamente indiferente a las condiciones preexistentes.”⁶ Esta idea es apoyada por Immanuel Wallerstein desde su teoría del sistema mundial con una estructura que abarca tres tipos: el core o núcleos de poder; una semiperiferia con naciones pequeñas líderes en áreas periféricas y una periferia representada por países débiles, colonizados y explotados. El core utiliza los recursos de la periferia para su propio desarrollo; hacia los setenta del siglo pasado, aparece un nuevo orden económico con tres grupos de actores principales: compañías multinacionales, que aprovechan las ventajas de localización, un mercado interno y el acceso a recursos naturales, mano de obra barata y exención de impuestos. Las empresas multinacionales controlan los mercados foráneos obteniendo los recursos ajenos a bajo costo, ejerciendo su control mediante diversos mecanismos, entre ellos, la inversión directa.⁷

La inversión extranjera directa (IED), como un proceso de transferencia masiva de capitales es uno de los factores que ha impulsado el actual proceso de globalización y ha jugado un papel sustancial, es uno de los elementos más codiciados por países tercermundistas como impulsor del desarrollo; de acuerdo al actual sistema que norma a la gran mayoría de Estados región y Estados nación del mundo, este tipo de inversión significa el ingreso de capital directo a inversiones de largo plazo, en infraestructura y en empleos dirigidos al desarrollo de un país o de una región. No obstante, no existen datos precisos y la información sobre sus efectos socioeconómicos y territoriales de las IED son muy limitados, en México y en el mundo.⁸

El origen de la cadena

En Europa, el combustible de mayor uso es el biodiesel proveniente de la colza o cártamo, pero también de la soja, girasol y palma; se planteaba que para el 2010 el 5.75% del combustible para transporte público sea de origen vegetal, lo que equivaldría a dedicar entre el 4 y el 13% de las tierras agrícolas de la Unión Europea (25 países) a estos cultivos, cosa que no ocurre, por lo tanto la necesidad de importar la materia prima

⁶ Milton Santos, (2000), *La Naturaleza del Espacio*, Ariel Geografía, Barcelona, p. 200.

⁷ Méndez rodríguez, Alejandro (coord.), (2006) *Estudios Urbanos Contemporáneos*, UNAM, Miguel Ángel Porrúa editor, México, pp. 56 y 57.

⁸ Dussel Peters, Enrique et al (2007) *La inversión extranjera directa en México : desempeño y potencial : una perspectiva macro, meso, micro y territorial*, Siglo XXI, UNAM, Facultad de Economía, Secretaría de Economía, p. 7

o el biocombustible de América Latina. Dada la mayor demanda de biodiesel, los cultivos requeridos serán la soja y la palma africana.

Otra de los alicientes es cumplir con el Protocolo de Kyoto, la meta es sustituir el 20% de los combustibles fósiles con los biológicos como el gas natural, el hidrógeno y los biocombustibles.

La bioenergía en América Latina

América Latina es la región del mundo donde más ha crecido la producción de bioenergía, bioetanol a partir de caña y biodiesel a partir de la soja o soya, los principales productores son Brasil y Argentina. Casi todos los países de la región contemplan ya programas de biocombustibles, con metas específicas de contar con que el 10% de la energía de la región sea a partir de fuentes renovables. Para el sector privado representa una atractiva oportunidad de expansión, lo que puede derivar en la concentración de la propiedad de la tierra y la creación de nuevos monopolios y oligopolios; un incentivo más es que se han establecido incentivos tributarios para la promoción de los biocombustibles, otros están en proceso de ser seleccionados como elegibles dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, lo que significará ingresos económicos adicionales.⁹

La producción de biocombustibles asegura la continuidad del modelo de exportación y explotación: en Brasil, campesinos en condiciones de esclavitud; en Paraguay, despojo de tierras; en Argentina, la soja está desplazando a otros cultivos; en Chile, los cultivos forestales han desplazado a las poblaciones de mapuches tradicionales y en Colombia la palma africana ha ganado espacios y es apoyada por grupos armados ilegales.

En Brasil, se prevé un incremento del 17% en las plantaciones de caña, lo que significará 2 millones de hectáreas más de caña a costa de otros ecosistemas; el gobierno brasileño ha anunciado que se convertirá en una potencia en materia de biocombustibles, principalmente en biodiesel y el cultivo preferido será la soja para lo cual necesitarán 60 millones de has de deforestación en la Amazonia y otros en otras zonas.

⁹ Bravo, Elizabeth (2007) Encendiendo el debate sobre Biocombustibles: biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina, Capital intelectual, 1ª ed., Buenos Aires, p. 63-64

La soja ha causado la destrucción de 21 millones de has en el ecosistema del cerrado, bosques tropicales y Mata Atlántica, Pantanal, Caatinga en Brasil; más de 14 millones de has de Pampa Húmeda, Yunga y Chaco en Argentina; 1,750,000 has de Pantanal, Mata atlántica y Chaco en Paraguay, y 600,000 en bosques tropicales en Bolivia. En Chile, las plantaciones forestales se han expandido a costa de los bosques boreales. En Ecuador y Colombia, las plantaciones de palma se han asentado sobre bosques tropicales tanto amazónicos como del Chocó biogeográfico y en muchos casos sobre territorios indígenas tradicionales.

Se están sacrificando bosques y tierras agrícolas de las que depende la soberanía de nuestros países para que otros cuenten con “energías limpias”.

Por otro lado, Brasil se está erigiendo como la potencia bioenergética invirtiendo en Centroamérica, la razón es porque los EAU imponen un impuesto del 54% al alcohol importado, sin embargo, éste puede ser exonerado si las exportaciones no exceden el 7% de la producción interna de los países de América Central y el Caribe; por tal razón varias empresas brasileñas están invirtiendo en el campo de los biocombustibles en la zona.

Entre las empresas más importantes están: Dedini, Cargill con Crystalsev, Cosan, Bauche Energy y el grupo Coimex.¹⁰

De acuerdo a datos del IICA (Inter-American Institute for Cooperation in Agriculture), el consumo de gasolina en la región es de 635.7 millones de metros cúbicos, el 86.2% es de los EUA, le sigue México con el 6.21% y Brasil con el 2.52%, Venezuela el 2%, Colombia y Argentina el 0.7%, el resto de países representan el 1.67%. Ver tabla 1.

De hecho, una porción de la materia prima producida por las 8 millones de hectáreas bajo producción de caña de azúcar está siendo usada para producir 33.6 millones de m³ de etanol, una cifra muy cercana a la que sería requerida para usar un E10 (mezcla de 10% de etanol con 90% de gasolina) en cada país de la región. Para satisfacer la demanda se requerirían 10.4 millones de has de caña de azúcar dedicadas al 100% a la producción de etanol. La frontera agrícola de la caña de azúcar podría expandirse teniendo en cuenta que el área disponible para cultivo es de 585 millones de has. Esto podría significar grandes inversiones en áreas rurales de América Latina y el

¹⁰ Bravo, Elizabeth (2007) Encendiendo el debate sobre Biocombustibles: biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina, Capital intelectual, 1ª ed., Buenos Aires, p. 65-67

La bioenergía en América Latina. Una estrategia para la enseñanza de la geografía en el bachillerato.

Martha Yduma Hernández Baños

Caribe y tener un impacto en la creación de empleos al estimarse la generación de uno por cada hectárea, estimando que las áreas para tal expansión pueden venir tanto de tierras cultivadas como de marginales, esto significa que, si más de 2.4 millones de has fuesen plantadas en la región, (apenas un 0.41% de los campos agrícolas disponibles en la región) sería posible, la creación de 2.4 millones de empleos contribuyendo a mejorar los niveles de vida en áreas rurales y no utilizando, de preferencia, tierras dedicadas a la producción de alimentos; se podría mejorar también la productividad a niveles como los de Colombia, una de las más altas de la región (Ver tabla 2), haciendo uso de la mecanización e irrigación, países como Argentina, Ecuador, Nicaragua y Costa Rica, tienen grandes espacios y posibilidades de expandir su área de riego dedicada a la caña de azúcar.¹¹

Table 1.

Ethanol production potential and area required for blending 10% with gasoline. (E-10)

Country	Gasoline consumption		Sugarcane area		Arable area	E10 ethanol demand	Current ethanol output	Sugarcane area to meet E10 demand	
	M ³ 000	%	Ha 000	%	Ha 000	M ³ 000	M ³ 000	Ha 000	%
Argentina	4.911,1	0,77	296,8	3,7	128.747,0	491,1	230,0	81,9	27,0
Barbados	124,4	0,01	8	0,01	19	12,4	-	2,1	2,6
Bolivia	763,4	0,12	105,0	1,3	37.087,0	76,3	33,8	12,7	12,0
Brazil	16.000,0	2,52	5.800,0	72,0	150.000,0	1.600,0	15.999,2	266,7	4,6
Colombia	4937,0	0,70	212,4	2,6	45.911,0	493,7	270,0	63,0	29,6
Costa Rica	855,1	0,13	52,0	0,6	2.865,0	85,5	30,5	14,3	29,0
Ecuador	1.944,6	0,31	78,0	1,0	8.705,0	194,4	47,1	24,5	33,0
El Salvador	560,0	0,09	63,0	0,8	1.704,0	56,0	42,3	10,0	18,0
Guatemala	1.160,1	0,18	197,0	2,4	4.652,0	116,0	144,0	17,9	10,0
Guyana	130,0	0,02	49,0	0,6	1.740,0	13,0	23,6	2,2	4,0
Haiti	288,0	0,05	18,0	0,2	1.590,0	28,8	2,0	4,8	27,0
Honduras	457,2	0,07	88,1	1,1	2.936,0	45,7	26,3	7,6	10,0
Jamaica	699,8	0,11	40,0	0,5	513,0	70,0	12,0	11,7	29,0
Mexico	39.455,3	6,21	680,0	8,4	107.300,0	3.945,5	445,2	657,6	96,7
Nicaragua	248,9	0,04	45,0	0,6	6.976,0	24,9	36,0	4,1	9,0
Panama	576,7	0,09	37,0	0,5	2.230,0	57,7	12,4	9,6	26,0
Paraguay	233,5	0,04	80,0	1,0	24.836,0	23,3	45,3	3,5	4,37
Peru	1.203,0	0,22	66,1	0,8	21.210,0	120,4	78,4	20,1	30,0
República Dominicana	1423,3	0,0	350	0,0	3696	142,3	0,0	23,71	6,7
Suriname	106,5	0,02	3,0	0,0	89,0	10,6	0,4	1,8	59,0
Trinidad & Tobago	493,1	0,08	13,0	0,2	133,0	49,3	5,3	8,2	63,0
Uruguay	281,1	0,04	3,0	0,0	14.955,0	28,1	0,7	4,8	147,0
USA	548.000,0	86,20	np	0,0	np	54.800,0	16.139,2	9.000,0	np
Venezuela	12.700,6	2,00	130,0	1,6	21.640,0	1.270,1	0	234,5	180,3
Total	637.428,30	100,01	8.406,40	99,90	589.515,00	63.742,70	33.623,70	10.487,3	

Source: IICA (2007) and CEPAL 2006

Source for gasoline consumption in USA and Brazil: Grain Feed Division Foreign Agricultural Service, USDA.

¹¹ Inter-American Institute for Cooperation in Agriculture (2007), Agroenergy and biofuels Atlas of the Americas: 1. Ethanol, IICA, San José: IICA, p. 10

La bioenergía en América Latina. Una estrategia para la enseñanza de la geografía en el bachillerato.

Martha Yduma Hernández Baños

Table 2.

Sugar: Area, Production and Yield					
Country	Current sugarcane area (Ha)	Available sugarcane area (Ha)	Recent agricultural yield of sugarcane (MT/Ha)	Sugar production	
				Total (tons)	Sugarcane (t/ha)
Argentina	296.760	435.000	66,05	2.030.653	6,84
Barbados	8.000	-	62	54.000	6,75
Belice	24.281	36.422	64	107.000	4,41
Bolivia	105.000	-	45,71	510.000	6,8
Brazil	5.800.000	12.000.000	77	29.500.000	5,09
Chile	0	0	0	0	0
Colombia	212.446	200.000	122,9	2.415.117	13,05
Costa Rica	52.000	45.000	75,3	382.824	8
Dominican Republic	350.000	200.000	40	464.000	1,3
Ecuador	78.000	675.932	78	510.000	6,80
El Salvador	62.934	20067	34,93	497.000	7,90
Guatemala	197.000	-	90,5	2.010.000	10,20
Honduras	88.120	-	73,12	381.018	4,32
Jamaica	40.000	513.000	47,5	167.000	4,18
Mexico	680.000	-	77,5	5.800.000	8,5
Nicaragua	46.500	150.000	101	426.907	9,18
Panama	37.000	11.000	56,8	165.000	4,46
Paraguay	80.000	450.000	50	131.198	5
Peru	66.162	-	102,4	694.599	11,98
United States	387.250	-	66,63	2.707.000	6,99
Uruguay	3.100	10.000	55,5	5.400	1,74
Venezuela	130.000	276.000	67,69	706.000	5,43
TOTAL	8.736.553	15.022.421		49.745.082	

Source: Situación y perspectivas de la producción de etanol en América Latina (IICA). FAO.

Cálculos IICA Office in Colombia

Note: This information is taken from the most up-to-date delivered by each country between 2005 and 2007

Inserción del tema de la Bioenergía en los programas de Geografía del Bachillerato

Para la Geografía, la producción de nuevas formas de energía obtenidas de muy diferentes fuentes es motivo de estudio y puede ser visto en el proceso de enseñanza, como estudios de caso pero, principalmente porque impacta al espacio, lo modifica desde el punto de vista territorial y crea redes para su producción y distribución. El tema puede ser abordado desde muy diferentes puntos de vista, el que se propone es, de acuerdo a los programas de estudio vigentes en la Escuela Nacional Preparatoria, temas relacionados con las actividades económicas, la producción agrícola, población económicamente activa dedicada a esta actividad, productividad, rentabilidad, distribución, extensión de cultivos, rutas de transporte y afectaciones al medio ambiente, entre otras. Algunas ideas:

- Que el alumno identifique los países que producen etanol para consumo energético en América Latina.
- Investigar los datos para la elaboración de gráficos que muestren el porcentaje de tierra cultivable que se utiliza para cultivos energéticos.
- Países exportadores de biocombustibles, costo de las exportaciones y países receptores.
- La soberanía alimentaria implicada en la producción de biocombustibles.

De acuerdo a los programas mencionados, los temas en los que se propone su abordaje son:

En el programa de Geografía General, 4º grado del Bachillerato universitario:

VII UNIDAD: TENDENCIAS ECONÓMICAS DEL MUNDO ACTUAL:

1. La Geografía Económica

1.1 Concepto, campo de estudio y divisiones principales

1.2 Las actividades económicas: concepto y clasificación

2. Tendencias actuales de la economía mundial:

2.1 Contrastes entre países desarrollados y en desarrollo: indicadores socio-económicos

2.2 Características generales de la organización económica mundial: la “globalización” y los “bloques” económicos de integración regional

En el programa de Geografía Económica, 6º grado del Bachillerato universitario:

I UNIDAD. Introducción a la Geografía Económica

- Las actividades económicas. Regiones Desarrolladas y en Desarrollo. Las macrorregiones geoeconómicas. Sus características y localización geográfica.
- Tendencias actuales de la economía mundial a partir del derrumbe de regímenes socialistas de la antigua URSS y de Europa Oriental: predominio de las transnacionales. De Estado-Nación al Estado-Región. Desarrollo sustentable como característica del nuevo orden económico mundial. El neoliberalismo: Estados Unidos de América, Unión Europea y Japón. La periferia económica.
- En todas las unidades existe el tema de las actividades agrícolas por región.

Conclusiones

El auge que ha tenido el desarrollo de la bioenergía en América Latina representa un buen ejercicio para poner en práctica habilidades espaciales de los alumnos; la producción, distribución y extensión de los cultivos así como la dispersión y características particulares de acuerdo a las características físicas del relieve, suelos y clima, a más de las políticas gubernamentales, inversiones privadas de capital, empresas nacionales y transnacionales, tipos de cultivos, cultivos transgénicos, transformación de la materia prima, energía invertida, impacto en el medio rural, y otras, son proclives a ser representados en un mapa y a ser analizados como parte de un proceso que está en los inicios de la transformación de la base energética por una multiplicidad de formas de energía de acuerdo a las condiciones y especificidades de cada lugar. Sin duda, los biocombustibles de primera generación son muy controversiales al competir por alimentos y al poner en duda la soberanía de estos países, ya se verá si a futuro, la ciencia y la tecnología contribuyen a crear energía realmente amigable con nuestro entorno, que ha sufrido las consecuencias de un modelo de explotación dirigido a la exportación desde el colonialismo.

Bibliografía:

- Bravo, Elizabeth (2007) Encendiendo el debate sobre Biocombustibles: biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina, Capital intelectual, 1ª ed., Buenos Aires.
- Dussel Peters, Enrique et al (2007) La inversión extranjera directa en México : desempeño y potencial : una perspectiva macro, meso, micro y territorial, Siglo XXI, UNAM, Facultad de Economía, Secretaría de Economía.
- Inter-American Institute for Cooperation in Agriculture (2007), Agroenergy and biofuels Atlas of the Americas: 1. Ethanol, IICA, San José: IICA.
- Ley de Promoción y Desarrollo de Biocombustibles, DOF del 2 de febrero de 2008, México.
- Masera Cerutti, Omar (2006) La Bioenergía en México, p. XVI
- Méndez Rodríguez, Alejandro (coord.), (2006) Estudios Urbanos Contemporáneos, UNAM, Miguel Ángel Porrúa editor, México.

La bioenergía en América Latina. Una estrategia para la enseñanza de la geografía en el bachillerato.

Martha Yduma Hernández Baños

Milton Santos, (2000), *La Naturaleza del Espacio*, Ariel Geografía, Barcelona.

Romero, Laura (2008) *Obtienen etanol de bacterias y residuos agroindustriales*, *Gaceta, UNAM, No. 4087 del 31 de julio de 2008*, México.