

María Eugenia González Ávila, Gabriela Muñoz Meléndez y Alfredo Ortega Rubio, coords. *Hacia la sustentabilidad ambiental de la producción de energía en México*, México, El Colegio de la Frontera Norte, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste 2011, 268 p.

**J. Luis Seefoo Luján\***

El Colegio de Michoacán

#### DEL DISCURSO A LA APLICACIÓN PRÁCTICA EN MATERIA DE ENERGÍA

*Hacia la sustentabilidad ambiental de la producción de energía en México.* Es un producto editorial del binomio Colegio de la Frontera Norte-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, fechado en abril del 2011.

Los autores invitan al lector a pensar en la (in)compatibilidad entre la generación de energía alterna y el desarrollo independiente de México; llaman a reflexionar acerca de “si la generación de energía eléctrica en México se desarrolla en condiciones de sustentabilidad” (González, Muñoz y Ortega, 2011, 253).

A continuación, desde una apretada síntesis destaco aspectos medulares de cada capítulo. En el primero, “Desarrollo histórico del sector eléctrico y la evaluación ambiental”, María Eugenia González Ávila plasma en el tiempo el curso de esta industria, desde que se establece la firma Las Américas hasta el cierre de Luz y Fuerza.

La red mexicana de electricidad inicia en 1879 cuando en León se instala la compañía Las Américas. Crece rápidamente y en 1911 cuenta con 199 compañías y una generación de 112 mil kw. En 1937 se crea la CFE; en 1960 se nacionaliza la industria y en 1976 cuenta con 10,617 mw. Desde De la Madrid hasta nuestros días, los gobiernos imponen una visión privatizadora que logra cerrar Luz y Fuerza del Centro y acrecentar la inversión privada directa que en 2009 participa de 22.95 % de la capacidad instalada que en total llega a 49,931 mw.

\*seefoo@colmich.edu.mx

A la par de la expansión eléctrica, las presiones internacionales y nacionales han empujado la evaluación del impacto ambiental logrando mayor especificidad y profundidad de la información científica del área donde se construirá el proyecto” (González 2011, 46).

Vale hacer notar una aseveración acrítica del cierre de Luz y Fuerza y el despido de sus trabajadores: “se llega a la conclusión de que LyFC es una compañía con insuficiencia operativa, altos costos, prácticas de trabajo obsoleto, insuficiencia de inversión y deficiencia en la calidad del servicio [...] por lo cual se concluye que es necesaria su reestructuración y modernización” (González 2011, 26).

En el segundo capítulo, cuyo título es “Marco legal-ambiental aplicado al sector eléctrico en México”, María González Ávila nos presenta el discurso plasmado en leyes, cada vez más depuradas pero aún contradictorias y plenas de sorpresas.

La generación y distribución de energía está regulada por normas ambientales para reducir la probabilidad de daño en áreas naturales, flora y fauna y poblaciones humanas. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y el Instituto Nacional de Ecología (INE) son las instituciones encargadas de desarrollar políticas, resoluciones y propuestas en materia ambiental y de establecer los lineamientos contenidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (González 2011, 58).

En particular, la legislación en materia nuclear y eólica en ciernes es incompleta. A un proyecto de parque eólico considerado de bajo potencial de generación y gran superficie para su funcionamiento, se le asigna un reporte regional. En cambio, si se trata de una nucleoelectrica (alta capacidad generadora y menor extensión de terreno para operar), se ordena un reporte particular pese a que en su construcción se afectan enormes extensiones (González 2011, 61-62), aparte de las probables crisis tipo Tres Millas o Chernobil.

Hace falta desarrollar normas respecto a niveles de ruido generado por las aeroturbinas, el efecto electro magnético, el impacto visual o paisajístico y los tipos o rangos de iluminación nocturna que impactan a la fauna voladora, pequeños mamíferos y población residente (González 2011, 67), además de regular la renta de esos espacios.

Ana Quintanilla Montoya y Gilles Arfeuille escriben el tercer apartado “Potencial eléctrico de los recursos energéticos renovables en México” que llama la atención acerca de la disparidad en el consumo.

La población mundial asciende a 6300 millones de personas, de las cuales 75 % consume 25 % de la energía, mientras que una cuarta parte consume 75 % del total. Ese 25 % vive en Estados Unidos, Japón, Alemania.

El uso de combustibles fósiles en México se aproxima a una crisis por el agotamiento de los yacimientos y la falta de estudios de exploración. Por fortuna, México tiene una enorme superficie de zonas áridas (22.8 %) y una zona perimetral costera de 13,813 km rica en recursos naturales.

Por su ubicación así como por la orografía, la mayor parte de la superficie mexicana cuenta con una insolación de 5 kwh/m<sup>2</sup>día y se reconoce como una de las mejores del mundo con regiones privilegiadas como el noroeste (Baja California, Sonora, Sinaloa).

Los espacios de mayor potencial eólico son el Istmo de Tehuantepec (La Venta, 83 mw, 2006); las costas de Quintana Roo (Riviera Maya, 157 mw), Veracruz, Tamaulipas y Baja California (La Rumorosa y San Pedro Mártir, 274 mw); y, la altiplanicie central (Zacatecas, San Luis Potosí e Hidalgo).

Además, México es el tercero en el mundo con 855 mw instalados en las centrales de Cierro Prieto, Baja California; Los Azufres, Michoacán; Humeros, Puebla; Tres Vírgenes, Baja California Sur y La Primavera, Jalisco.

Por otra parte, reconociendo que la sustitución del petróleo por gas natural es ambientalmente más saludable, hay un asunto que no debe pasarse por alto: los gobiernos, sobre todo panistas, han contratado a REPSOL como intermediaria para la compra de gas en Perú y su reventa en México.

El cuarto capítulo, “El sector eléctrico mexicano ante el Protocolo de Kioto y el cambio climático global”, Gabriela Muñoz Meléndez aborda esta delicada cuestión de interés para toda la humanidad y que es el acicate de las políticas nacionales.

Frente a las evidencias, negadas por unos y exageradas por otros, de un cambio climático global, las agencias mundiales bajo el para-

guas de la Organización de Naciones Unidas crearon en 1988 el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y en 1992 adoptaron la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

La evaluación del IPCC se condensa en lo siguiente: el cambio es real; las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles alteran la atmósfera y al clima; la temperatura global y los niveles del mar en  $0.3^{\circ}\text{C}$  y 6 cm por década; los cambios climáticos regionales han afectado diversos sistemas físicos y biológicos; las estrategias de adaptación y de desarrollo sostenible deben adoptarse conjuntamente con acciones de mitigación; los sumideros de carbón (bosques, tierras agrícolas) deben protegerse por la mitigación natural que poseen; y, la investigación y participación son necesarias para que las medidas de mitigación sean efectivas (Muñoz 2011, 108).

Por su parte, el objetivo central de la Convención es que se adopten medidas para estabilizar las emisiones de GEI en la atmósfera en niveles no peligrosos para el clima mundial. Para cumplir el propósito se establecieron compromisos y plazos diferenciales según se tratase de países desarrollados, con economías emergentes (agregados a los primeros en 1998) y países en vías de desarrollo.

Dada la laxitud de la Convención y del incremento de GEI, en 1997 se estableció el Protocolo de Kioto (PK) que impone responsabilidades legales para el cumplimiento señalando como límite que 37 países industrializados y la Unión Europea redujeran sus emisiones en 5 % respecto de los niveles de 1990.

En 2001, EUA se opuso a la ratificación del Protocolo porque afectaba a su economía, no obligaba a China ni a la India a reducir y porque dudaba de la solidez científica que se exponía para el cambio climático.

México ha suscrito todas las convenciones y el Protocolo en cuestión, formando con carácter permanente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) (Diario Oficial, 25 de abril de 2005) y presentando al público la Estrategia Nacional de Cambio Climático (25 de mayo de 2007).

En la comunicación del Instituto Nacional de Ecología de 2009 se infiere que las emisiones en unidades de bióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq.}$ ) para México fueron 709,005 Gg, cantidad que distribui-

das por categorías arrojó estos resultados: agricultura, 45,552.1 Gg (9.0); uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, 70,202.8 Gg (9.9); procesos industriales, 63,526 Gg (9.0); desechos, 99,627.5 Gg (14.1%) y generación de energía, 430,097 Gg (60.7).

Para México es todo un reto disminuir los GEI producidos, pues, los hidrocarburos (gas natural, combustóleo, diesel) representan 67.1 % (2008) de los insumos básicos de la electricidad total. Otra condición es la intensidad creciente en su consumo por la industria y la urbanización que no parece cambiar.

El quinto capítulo, “Pasado, presente y futuro del consumo y generación de energía eléctrica en Baja California Sur: planeación y optimización para el estado más árido y aislado de la república” es sustentado por la investigación de Elio Guarionex Lagunes Díaz, Luis Felipe Beltrán Morales, Stephen Stoyan y Alfredo Ortega Rubio.

Su objetivo es “evaluar la mejor opción de suministro de energía, además de competitividad y beneficios de la generación con base en fuentes renovables, mediante un modelo estocástico de enteros mixtos modificado aplicando el software Premium Solver Plataform V.8.0 en una hoja de cálculo de Excel” (Guarionex *et al.*, 2011, 152).

El sur californiano no tiene ríos y ocupa el segundo lugar en emisiones por consumo doméstico per cápita y cuarto en emisiones por consumo total per cápita (agrícola, servicios, comercial e industrial) debido a que casi la totalidad de la energía suministrada se genera a partir de combustibles fósiles.

La capacidad instalada (409 mw) se basa en hidrocarburos: Punta Prieta II, termo, 113 mw; San Carlos, combustión interna, 104; Baja California Sur, Coromuel, combustión interna, 43; Baja California Sur, Coromuel II, 42.8; Guerrero Negro, combustión interna, 10; Santa Rosalía, combustión interna, 10; Los Cabos, turbogas a diesel, 43; Constitución, turbogas a diesel, 43; Guerrero Negro, eólica, 0.6; y, Tres Vírgenes, Comondú, geotermia, 10.

Frente a este gasto de combustibles fósiles, el subsidio a la instalación de módulos fotovoltaicos para el consumo doméstico individual para aliviar las cargas al sistema (Mexicali, celdas de 1 kw, ahorro de 50 % de consumo anual) es una opción, aprovechando que Baja California Sur tiene una radiación media de 450 cal/cm<sup>2</sup>día.

El modelo de análisis aplicado prueba mezclas óptimas de generación energética de las distintas tecnologías en escenarios variables de demanda y precio.

Concluye que la mejor opción para Baja California Sur es recurrir lo más pronto posible a las energías renovables para diversificar el parque y prepararse a las muy posibles restricciones de emisiones contaminantes que en el nivel nacional se pudieran incluir y a los aumentos de precios de la tecnología convencional.

En el sexto capítulo, “Generación eléctrica y externalidades ambientales. Un estudio sobre los impactos a la salud en la zona metropolitana de Monterrey”, Paloma Macías Guzmán nos recuerda que la industria eléctrica es una de las principales contribuyentes de partículas finas con diámetro inferior a  $2.5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) a través de la producción de contaminantes secundarios generados por reacciones atmosféricas de los contaminantes primarios como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) (Macías 2011, 179).

Por las dimensiones de estas partículas (cien veces menores que un cabello), una vida media de 7-40 días y capacidad de viajar miles de kilómetros antes de ser depositadas por la lluvia o por la deposición ácida, las plantas eléctricas que las generan ubicadas a menos de 700 km de distancia pueden impactar significativamente a la población.

La exposición a partículas de 2.5 micrómetros de diámetro ( $\text{PM}_{2.5}$ ) tiene efectos biológicos bien definidos a través de ciertas vías patofisiológicas o mecánicas y es posible asociar la exposición a estas partículas con casos de mortalidad y morbilidad cardiopulmonares

Bajo los criterios localización máxima de 700 km respecto de la zona metropolitana de Monterrey, usar carbón o combustóleo y poseer capacidad de generación, se seleccionó para el estudio a seis fuentes emisoras operadas por la Comisión Federal de Electricidad, a saber: Río Escondido, Carbón II (Coahuila), Altamira, Tuxpan (Veracruz), Villa de Reyes (San Luis Potosí) y Salamanca (Guanajuato).

Es un impresionante modelo matemático propuesto con gran imaginación, pero no toma en cuenta variables como: dirección del viento; diferencias entre la población urbana y rural y el uso del suelo (Macías 2011, 189); la topología en la ZMM; la cuantificación de las concentraciones de fondo de los contaminantes secundarios en la zona, así como

las cantidades de amoniaco emitido por las actividades agropecuarias alrededor de la ZMM (*Ibid.*, 194) por lo que se desconoce la influencia y las reacciones químicas que forman los contaminantes secundarios.

Los resultados muestran que los efectos de los contaminantes secundarios generados por emisiones de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_x$  de plantas eléctricas ubicadas a kilómetros de distancia de una zona pueden ser significativos.

Rigoberto García Ochoa, cierra la obra con “Usos de energía eléctrica y mitigación del cambio climático en México: la necesidad de una nueva política pública”. Su objetivo es estudiar bajo el análisis Kaya los factores que determinan los usos de energía eléctrica y su impacto ambiental para implementar medidas adecuadas de mitigación (García 2011, 213).

Este análisis procesa cuatro factores determinantes de las emisiones de  $\text{CO}_2$ , a saber: índice de carbonización (IC) cantidad de  $\text{CO}_2$  emitido por unidad primaria; productividad eléctrica (PE) cantidad de PIB producido por unidad de energía; renta económica (PIBpc) producto interno bruto per cápita; se supone –sin que sea necesariamente así– que a mayor PIBpc mayor bienestar y más consumo de energía; y, población: número de habitantes (García 2011, 221).

García aplica este enfoque (identidad de Kaya) para analizar de manera integrada los cuatro factores enunciados y evidenciar una relación empírica entre el nivel de emisiones, la tecnología, la productividad energética y los niveles de crecimiento económico y de población, aclarando que los resultados deben tomarse con cautela por la discutible relación de dependencia entre los factores examinados (García 2011, 222).

García concluye que la generación de electricidad creció 92 % al pasar de 368,719 a 708,640 gwh en el periodo 1990-2007 (García 2011, 230), mientras que el índice de carbonización ha bajado. En 1990 registraba un IC de 0.6207 Gg  $\text{CO}_2$ /gwh y en 2007 de 0.5740 Gg  $\text{CO}_2$ /gwh.

A la par, el mexicano está consumiendo cada vez más electricidad tanto por el incremento de la población total como por el consumo per cápita. Entre 1994 y 2007, el consumo total cambió de 96,748 a 202,534 gwh con una variación del consumo per cápita de 1190 kw en 1990 a 1914 kw en 2007. Y, al mismo tiempo, las emisiones de  $\text{CO}_2$  procedentes de los usos de la energía eléctrica cambiaron de 73,919 a 147,565 Gg de  $\text{CO}_2$  entre los años 1990 y 2007.

Ante esta situación plantean como alternativas posibles: disminuir las pérdidas en transmisión y distribución; elevar la productividad eléctrica industrial y residencial; evaluar constantemente el consumo per cápita; mejorar el índice de carbonización (métodos claros, medibles, cuantificables); apoyar –realmente– a la investigación y desarrollo de tecnologías alternativas y renovable; y, establecer metas de participación de energía renovable como la solar, eólica, hidroeléctrica (García 2011, 246).

Esta obra, de lectura obligada para los interesados en el presente y futuro del país, mejorará en la segunda edición con la inclusión de apartados que traten la aportación de los trabajadores, la investigación, energía nuclear, los extraños niveles de facturación doméstica y las tarifas diferenciadas que parecen beneficiar más a los que menos necesitan. De igual modo, le vendrá bien la sustitución de palabras muy repetidas bajo la mirada cuidadosa lupa del corrector de estilo.

Finalizo con la sencilla sentencia de María Eugenia González Ávila: “para que el desarrollo del sector eléctrico sea verdaderamente sustentable, los perdedores deberían ser los menos”.