

De cara al sol

Julia S. Mignucci Sánchez, PhD

El calentamiento global, la reducción de los abastos de petróleo y gas natural que se espera ocurran antes de lo proyectado, el alza en sus costos y la disponibilidad de tecnologías renovables de probada eficacia nos obligan a remirarnos de cara al sol, mas allá de nuestra condición de isla, enmarcándonos en el ámbito más amplio del planeta y en el cambio climático.

Esto se hace necesario para poder redirigir nuestro enfoque hacia una economía basada en reducciones del elemento carbono, que es el denominador común de los gases causantes del efecto de invernadero, y para poder enfrentarnos al hábito y la adicción de hacer un uso intenso de los combustibles fósiles. Esto a su vez requiere que se reestructure la industria global de la energía a través de una tecnología y una economía que tomen en cuenta la sustentabilidad, el cambio climático y la innovación como elementos indispensables en las políticas que nos regirán en el siglo 21. Ante este escenario planetario, nuestra mentalidad de isla necesita inescapablemente expandirse y trascender hacia el resto del mundo, especialmente cuando nuestra generación eléctrica está manejada por los mercados externos.

El gran reto reside en llegar con el tiempo a desarrollar un nuevo quehacer energético basado en conservación y eficiencia complementadas con tecnologías renovables. La dificultad mayor es que hay que enfrentar el rígido marco y la gran fuerza que ejercen los mercados de los combustibles fósiles, la resistencia al cambio y el cómodo estatus quo de "business as usual".

Esta situación se podrá abordar cuando internalicemos la estrecha interrelación que existe entre la quema de combustibles fósiles y su conocido aporte de contaminantes detrimentales a la salud de los seres que habitan el planeta, su impacto a los recursos que nos sostienen y su contribución al cambio climático mediante gases de efecto invernadero. Los ofensores principales, el carbón seguido del petróleo y el gas natural, son el foco principal en la estrategia para combatir el cambio climático debido a su significativa aportación de bióxido carbono y otros gases de efecto invernadero.

El aumento en la demanda y el hábito de consumo intenso de estos combustibles es también un reflejo del aumento en la población del planeta y la hegemonía de los países que alcanzan y miden su éxito económico a través del negocio de atender esta demanda... En una isla como la nuestra, cuya economía se desangra con la expatriación del capital por una inversión desmedida en compra de combustible, esto

constituye por sí solo un elemento de preocupación que ya se ha vuelto insostenible.

Según Christopher Flavin, del World Watch Institute en Washington, durante el 2007 afloraron algunos signos que apuntan a que la parálisis política respecto al cambio climático está comenzando a mermar. Entre esos signos están propuestas de moratoria a nuevas construcciones de generatrices con carbón.

De hecho, ya se está confrontando gran oposición al establecimiento de este tipo de generatrices con carbón, aun en países como Estados Unidos, que poseen yacimientos de ese mineral fósil. En Alemania se anunció recientemente que su industria centenaria a base de carbón se cerraría para el 2018. Otro evento que está moviendo la balanza geopolítica es el hecho de que 27 compañías de Estados Unidos entre las que están Alcoa, Dow Chemical, Duke Energy, General Motors y Xerox anunciaron que apoyan una regulación nacional sobre las emisiones de bióxido de carbono.

Por otro lado, la Unión Europea se ha comprometido a reducir las emisiones en 20%, esto es, a niveles menores que los producidos en 1990, lo cual proyectan lograr para el 2020. China, a pesar de que experimenta un descontrol en la proliferación de plantas de carbón y las consabidas consecuencias de un desarrollo acelerado, recientemente anunció su primera

política nacional sobre el cambio climático, comprometiéndose a aumentar su eficiencia energética y a expandir los programas con energía renovable. En Estados Unidos ya 17 estados adoptaron reglamentación para reducir las emisiones de bióxido de carbono.

Es interesante notar que el Departamento de Salud y Ambiente de Kansas se convirtió en la primera agencia en Estados Unidos que denegó (en octubre de 2007) un permiso de calidad aire requerido para la construcción de una generatriz que quemaría carbón. Esto

es secuela de una decisión emitida meses antes por la Corte Suprema de EE UU que enfatiza que los gases de efecto invernadero, como el bióxido de carbono, deben considerarse como contaminantes regulados por la Ley de Aire Limpio.

Mientras esto ocurre, una empresa estadounidense reclama que los paneles fotovoltaicos producidos por nanotecnología, cuya producción comercial ya ha comenzado, pueden asegurar un costo de \$2 por vatio, lo cual es menor que \$2.1 por vatio, que, según el Departamento de Energía de EE UU, es lo que cuesta construir una generatriz que quema carbón. A esto hay que sumarle el costo del combustible y otros costos



debidos a las emisiones de contaminantes y a que la quema de carbón es el emisor mayor de bióxido de carbono comparado con los otros combustibles fósiles.

Diversos países como España han revisado de cara al sol su estado energético y llevan décadas transformándose aceleradamente y desarrollando su generación de energía con sus propios recursos, principalmente con sol y viento. Dentro de su estrategia, comenzaron por afrontar el problema estrictamente desde el punto de vista de la estabilidad económica y la seguridad, reconociendo que no tienen yacimientos de combustibles fósiles y que no estaban dispuestos a depender de, ni ser vulnerables a, mercados externos donde no tienen control ni de los abastos ni de los precios.

Sabemos que Puerto Rico está bendecido por abundante sol, viento y agua, todos "combustibles" gratuitos cuyo uso para generar energía es de bajo impacto para la salud y el ambiente. Lo interesante es que tenemos más horas con mayor intensidad de luz solar que los países actualmente líderes en este campo como Alemania y España, que utilizan la luz solar para generar electricidad, y que China, que la utiliza para calentar agua.

Veamos un ejemplo de lo que está pasando en California. Podríamos también examinar agresivos programas en Pensilvania, Texas y Nueva Jersey, pero no tenemos aquí el espacio, así que instamos a los lectores a estudiar esos programas.

La Comisión de Servicio Público de California aprobó en enero de 2006 la Iniciativa Solar, autorizando al Estado de California a invertir \$3.2 billones en energía solar durante los próximos 11 años. Esta cantidad es la inversión en energía solar más grande que haya hecho ningún otro estado o nación.

Durante ese período, los dueños de hogares, negocios, agricultores y otros tendrán acceso a ese dinero por medio de reembolsos (*rebates*) para la compra de sistemas a base de paneles solares. Se ha estimado que cada techo con energía solar reducirá en una tonelada la contaminación que contribuye al calentamiento global. Lo magnífico también es el impacto multiplicador, económico y comercial. Al estimular la industria de la energía solar, se favorece la oferta de las tecnologías para atender tal demanda. Se estima que el costo de estas tecnologías se reducirá a la mitad dentro de esta década y generará unos 15,000 nuevos empleos en California.

El nuevo paradigma requiere movilizar a Puerto Rico hacia la conservación y la eficiencia con sistemas generadores de menor tamaño distribuidos de forma accesible y cercanos a los clientes. De este modo se atienden las necesidades de los clientes, se reducen las pérdidas durante la transmisión y distribución y se aumenta la disponibilidad y la confiabilidad, a la vez que se facilita el programa de mantenimiento preventivo.

Es sabido que con el cambio climático el nivel del mar se altera, impactando los terrenos de las costas. La costa sur de Puerto Rico, donde se ubican cuatro generatrices, es la que se espera pierda más terreno al mar, efectos que ya se están observando. Así que la reubicación eventual de nuestras instalaciones generatrices tiene que contemplarse y planificarse.

La pregunta que se hacen muchos es cómo hacer esto sin desbanco aún más a la AEE, que es una de nuestras corporaciones públicas en la que se invierte una porción significativa de nuestro presupuesto y que tiene una población laboral significativa. ¿Cómo armonizará Puerto Rico el hecho de que se le resten más clientes a la AAE, dado que la tendencia es que continuará aumentando la producción independiente a través de tecnologías renovables repartidas por toda la isla, además de que, por la Ley 114 de interconexión a la red, los ciudadanos y entidades comerciales e industriales pueden ya vender su excedente a la AEE, favoreciéndola durante las horas pico? Esa experiencia la han vivido y la están viviendo otros países y han logrado armonizar estos componentes.

"El bienestar económico de los puertorriqueños se ha estado deteriorando desde principios de los años ochenta, a pesar de que la medición del crecimiento económico, aunque menguada, es desde esa fecha positiva". Así concluyen su estudio los Dres. José I. Alameda Lozada e Ivonne Díaz Rodríguez, quienes proponen que es necesario insertar el Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES).

Toda reestructuración del sector eléctrico presume que paralelamente se orqueste una educación de todo el país y todos sus sectores enfatizando la conservación. El nuevo paradigma requiere además, y ya es impostergable, que simultáneamente se hagan efectivos el liderazgo y la operación de la Oficina de Asuntos de Energía, que es el instrumento de ley que en Puerto Rico posee la misión de desarrollar, además del mandato de implantar, la política energética del país. Esto requiere que se le asignen los recursos necesarios, tanto económicos como de personal especializado en energía. En un futuro cercano deberá separarse del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, creándose la Secretaría de Energía bajo el Ejecutivo.

Una aportación razonable que por kv consumido se le transfiera a esta agencia para que ejerza su trabajo regulador y de implantación de la política pública debe ser una de las medidas para allegarle fondos recurrentes que le den agarre y efectividad.

El Departamento de Asuntos del Consumidor o una comisión reguladora tendrá que integrarse a este esfuerzo para representar a los consumidores ante la AEE, definir las tarifas, definir la relación contractual con las generatrices e individuos que le venden a la red y asegurar unos costos razonables para el erario público y para los consumidores.

Independientemente de quién gobierne al país, en Fortaleza hace falta ubicar un equipo de personas conocedoras del tema de la energía para poder articular desde el Ejecutivo un plan integrado para el manejo de la energía en el país, cuyo eje sea la conservación, la eficiencia y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. La Legislatura de Puerto Rico necesita también una oficina técnica para asuntos de energía que asesore a los legisladores en el desarrollo de un paquete eficaz de nuevos proyectos de ley y otros que pongan al día y fortalezcan las leyes existentes en ese campo.

Otras medidas que requieren gran valentía y arrojo y, sobre todo, poner primero al país y a sus constituyentes, son

también necesarias. Es necesario planificar un "destete" del uso del carbón, que es el combustible fósil más contaminante y que más CO₂ contribuye al calentamiento global, si queremos proteger la integridad de la salud de los residentes y de los recursos de la zona de Guayama, Salinas, Juana Díaz, Ponce, Guayanilla, Coamo y otros en la Cordillera que se bañan a diario de contaminantes y particulado fino que con las brisas marinas y los vientos alisios se esparcen por toda la zona. Esto acabaría de una vez con el problema del manejo y la disposición de las toneladas diarias de cenizas tóxicas que produce esa operación, que es un agravante significativo. Al día de hoy, ninguna operación de esta naturaleza ha podido resolver satisfactoriamente la disposición de las cenizas. Actualmente la AES las esparce en nuestros suelos poniendo en peligro nuestros acuíferos, bahía y terrenos agrícolas.

Varios economistas y estudiosos de los mercados de los combustibles, entre ellos, los Dres. José I. Alameda Lozada, Edwin Irizarry Mora e Ivonne Díaz Rodríguez, al igual que Lewis Smith e ingenieros que estudian o enseñan aspectos de energía, nos indican que la expansión en Puerto Rico utilizando gas natural, en este momento en que sus costos van en aumento como espejo de las subidas del petróleo, es cuestionable y la consideran a destiempo. Esta decisión tomada hace 20 años atrás podría haber tenido sentido. También es preocupante que se espera que los abastos de gas natural limiten significativamente su disponibilidad antes de lo previsto, con un apogeo para alrededor del 2030. Es una realidad que todo el dinero del erario público que se siga invirtiendo en los combustibles fósiles le quita espacio al desarrollo y establecimiento de fuentes renovables a base de sol, agua y viento las cuales nos ayudarían a reducir nuestra vulnerabilidad. También nos permitiría recuperar parte del tiempo perdido en establecer un verdadero programa de manejo sustentable de la energía.

Los que en el Ejecutivo y en la AAE apoyan el uso del gas natural como un combustible de transición porque presenta una opción menos contaminante para quemar en Aguirre no han planteado la viabilidad de sacar la tubería del gasoducto fuera de la gran densidad poblacional por donde pretenden cruzarla, imponiendo una amenaza a la seguridad de las poblaciones en Ponce, Peñuelas, Santa Isabel, Salinas y Guayama. Están ampliamente documentados los muchos eventos de explosiones recientes asociados con estas tuberías de distribución del gas en los que han perdido la vida gran número de personas. Tampoco se ha presentado un análisis comparativo de los costos y los beneficios de cambiar en este momento a gas natural versus implantar un conjunto de medidas que incluyan la eficiencia, el mantenimiento preventivo y la incorporación de las tecnologías renovables para generar electricidad y para calentar agua.

Los directivos de la AEE, quienes anuncian que el trayecto del propuesto Gasoducto del Sur, y de los otros que proponen para el área metropolitana y el noroeste, recorra desde Ecoeléctrica no parecen tomar en cuenta la tragedia de las explosiones que se vivieron en Río Piedras ni explican el impacto de la expansión que tendrá que hacer Ecoeléctrica en

el sur ni el monopolio que se crea ante el hecho de que esta facilidad privada sería la única que procesaría el gas natural en Puerto Rico. No hay una entidad reguladora en Puerto Rico que vele por el bien público y que garantice que las decisiones de la AEE respondan a una política pública que anteponga el bien público y la seguridad de los habitantes de la isla.

Hay que preguntarse cuán sabio es reactivar Palo Seco cuando hay medidas tan sencillas como requerir luminarias fluorescentes compactas en parte de Puerto Rico, que equivale a sustituir una generatriz de ese tamaño. Estos ajustes requerirán ingenio para atender adecuadamente el reentrenamiento de la fuerza laboral que podría desplazarse y que podría entrar a participar en el nuevo campo de las tecnologías renovables que la misma AEE podría incorporar para diversificar su oferta a los consumidores.

Llevamos décadas en que no se articulan directrices de política pública sobre energía. Pocos conocen que hay una política pública y unas leyes sobre energía que a quien le toca implantar es a la Administración de Asuntos de Energía, ubicada en el Departamento de Recursos Naturales. Ni el Secretario de Recursos Naturales ni la mencionada dependencia dentro de esa agencia ejercen liderato, ni destilan ni implantan esas leyes y política. Por su lado y sin ser regulada, anda una corporación pública de la que todos somos dueños, pero quienes la administran no honran la política que por ley nos rige ni tampoco toman en cuenta las recomendaciones de diversos sectores del país, decidiendo a diestra y siniestra los asuntos del "cómo, cuándo y dónde" respecto a la generación y los costos de la energía. La Autoridad de Energía Eléctrica, sin ser regulada por ninguna entidad, se ha arrogado el derecho de implantar la política que crean sus administradores de turno y que no tiene concordancia ni responde e incumple con la política energética vigente. También ha establecido relaciones comerciales con dos compañías (la AES, a base de carbón, en Guayama, y la Ecoeléctrica, de gas natural, en Peñuelas) y esa decisión unilateral no regulada compromete a los consumidores a pagar por la compra de la energía y al erario público en la inversión de infraestructura de la que se sirven esas entidades.

En el resto de las agencias nadie esta a cargo de la energía y no conocen la política pública a la que deben adherir sus operaciones. Hay un Comité Asesor sobre Energía (CASE) que por ley se supone que asesore al Gobernador. Se ha estado en incumplimiento de ley, porque el Comité no está vigente. Cuando lo ha estado, el Ejecutivo de turno ha hecho caso omiso a sus recomendaciones y sólo apoya los planes de la AEE, aun cuando estén fuera de la política pública vigente.

La política energética vigente de Puerto Rico define lo que teníamos que estar haciendo desde el 1993 en 5, 12 y 20 años (ver referencias). Se notará que el incumplimiento de esta política, que aunque requiere actualización ante el escenario actual, tiene los elementos suficientes para habernos ya dirigido y encaminado a un manejo sabio y sustentable de la producción y el consumo de la energía. Este incumplimiento nos ha encarecido la factura de luz, la del ambiente y la de

la salud. Esa política nos debía haber servido también de marco para la conservación y el consumo medurado, y para fortalecer nuestra corporación pública, la AEE, modernizándola e insertándola en el mercado de la generación de energía renovable utilizando los combustibles abundantes y gratuitos de sol, agua y viento.

El incumplimiento de estas directrices que se delinean en la política junto a la falta de planificación integrada y la falta de atención prioritaria a este sector permea toda nuestra economía, presentando un escenario crítico para Puerto Rico. Este desenfoque y desarticulación, con sus diversas consecuencias sociales, ambientales y económicas, nos está saliendo demasiado caro y ya es insostenible.

La lista de referencias y documentos recomendados, además de otros textos de reciente publicación, la mayoría relacionados con nuestro estado de situación y de oportunidades para Puerto Rico, está convenientemente accesible en la página de la Alianza Ciudadana para la Educación en Energía Renovable (ACEER): www.cacique.uprm.edu/aceer/.

REFERENCIAS SELECTAS:

- Restructuring the Puerto Rico Electricity Sector; Sergio M. Marxuach. Centro para la Nueva Economía, San Juan, PR, 22 agosto, 2005. www.cne.org.
- Coal-fired Power Plants: Understanding the Health Costs of a Dirty Energy Source; Physicians for Social Responsibility, Washington, DC. www.psr.org.
- Hacia la Medición del Bienestar Económico Sostenible para Puerto Rico; Dres. José Alameda Lozada e Ivonne Díaz Rodríguez.
- Plan de Energías Renovables en España 2005-2010; Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), agosto 2005.
- Recuento Histórico de la Oficina de Combustibles Derivados del Petróleo; Juan J. Rigau Sepúlveda, Ph.D., 22 septiembre de 2007.
- Política Pública Energética de Puerto Rico; Comité de Cogeneración y Generación de Energía, Gobierno de Puerto Rico, diciembre, 1993.
- American Energy: The Renewable Path to Energy Security; Worldwatch Institute, Center for American Progress, Washington, September 2006.
- Perspectivas Globales de la Energía Eólica, 2006; Green Peace y el Wind Energy Council, septiembre 2006.
- Wither Wind? Mother Earth News; Charles Komanoff, February/March 2007, Issue No. 220.
- Report from the 2007 Intergovernmental Panel on Climate Change; Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, UNEP/WMO, Paris, February 2007.
- Primer Foro: Cómo Reducir el Costo y el Consumo de la Energía en el Planeta y en Puerto Rico, 3 de febrero de 2007, Mayagüez.
- Segundo Foro: Generación de Electricidad con Energía Solar en el Planeta y en Puerto Rico, 21 de abril de 2007, Mayagüez, PR.
- De acuerdo con la Energía Renovable, y Ahora ¿Cómo Llegar Allí?; Organizado por la Oficina del Rector & ITEAS, Depto. de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras, UPR-RUM, Mayagüez, PR, 22-23 mayo 2007.
- Plan de Inversiones de Cuatro Años, 2006-10; Junta de Planificación de Puerto Rico, San Juan.
- Estado económico del sector energético de PR y cómo podemos mejorar la eficiencia que beneficie a los consumidores y mantenga la competitividad económica; Dres. José I. Alameda Lozada & Edwin Irizarry Mora, catedráticos en economía, UPR-RUM, febrero 2007. Primer Foro ACEER, Mayagüez.
- Viabilidad Económica de la Energía Solar. Junta de Ingenieros y Economistas; Dres. José I. Alameda Lozada, Agustín Irizarry Toro, Gerson Beauchamp, Edwin Irizarry Mora, abril 2007. Segundo Foro ACEER, Mayagüez, PR.
- La Situación Energética en Puerto Rico – Aspectos Económicos y Sociales; Dres. José I. Alameda Lozada, Edwin Irizarry, Marla Pérez Lugo y Efraín O'Neill. Tercer Foro ITEAS, UPR-RUM, Mayagüez, PR, 23 mayo 2007.
- La Energía Solar Fotovoltaica en España y en la Unión Europea; Dr. José Herrero Rueda (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, (CIEMAT), España. Primer Foro ACEER, Mayagüez, PR.
- How do other countries reduce energy cost and consumption while strengthening their economy? Dr. Albith Colón, PE, Energtech. Primer Foro ACEER, Mayagüez, PR.

- Evaluación de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE); Dr. José I. Alameda Lozada y Dr. Edwin Irizarry Mora, catedráticos de economía, UPRM. Primer Foro ACEER, Mayagüez, PR.
- Energía eléctrica en Puerto Rico: generación, transmisión y conservación; Agustín A. Irizarry Rivera, PhD, PE, catedrático, UPR-RUM. Primer Foro ACEER, Mayagüez, PR.
- Sistemas Solares Fotovoltaicos (PV): Una Alternativa a los Combustibles Fósiles; Dr. Gerson Beauchamp, catedrático, UPR-RUM. Primer Foro ACEER, Mayagüez, PR.
- Política Energética: Marco legal actual en Puerto Rico; Dra. Ana Navarro, Sea Grant, UPR, RUM. Primer Foro ACEER, Mayagüez, PR.
- La situación de la energía en Europa: El ejemplo de España; Dr. Cayetano López Martínez, director general adjunto, Departamento de Energía y Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Madrid. (Cómo España y la Unión Europea han trazado y sobrepasado metas cuantificables de desarrollo sostenible y cuáles fueron sus planes y ejecutorias para alcanzarlas). Tercer Foro ACEER, Mayagüez, Puerto Rico.
- Avances en los biocombustibles para generar electricidad y el transporte; Dr. José A. Colucci, catedrático, UPR-RUM. Cuarto Foro ACEER, Mayagüez.
- Coches o Calabazas; Lewis Smith. Cuarto Foro ACEER, Mayagüez.
- El rol de la agricultura en la producción de biocombustibles; Dr. Luis Pérez Alegría, catedrático, UPR-RUM. Cuarto Foro ACEER, Mayagüez.
- Experiencia empresarial procesando aceites usados para biocombustibles; Ing. Carlos González, BioDiesel & Fuel de Puerto Rico. Cuarto Foro ACEER, Mayagüez.
- Una vuelta al mundo con aceite usado; Dr. Abraham Ruiz, catedrático UPR-Humacao. Cuarto Foro ACEER, Mayagüez.
- Electricidad Sostenible: Opciones de Aplicación Inmediata para Puerto Rico; Agustín A. Irizarry-Rivera, PhD, PE, UPR-RUM. Foro ACEER: El Manejo de la energía enmarcado en el cambio climático y la economía, diciembre 2007, San Juan.
- Impacto de la Ley 114 para Puerto Rico; Dr. Albitz Colón PE, CEM, CDSM, GBE. Foro ACEER: El Manejo de la energía enmarcado en el cambio climático y la economía, diciembre 2007, San Juan.
- Cambio Climático, Energía y la Medición Económica del Bienestar, Ivonne del C. Díaz, PhD, José I. Alameda, PhD, catedráticos del Departamento de Economía, UPR-RUM. Foro ACEER: El Manejo de la energía enmarcado en el cambio climático y la economía, diciembre 2007, San Juan
- Perspectiva Ciudadana sobre la Energía en Puerto Rico; Julia S. Mignucci Sánchez, PhD, Alianza Ciudadana para la Educación en Energía Renovable (ACEER). Foro ACEER: El Manejo de la energía enmarcado en el cambio climático y la economía, diciembre 2007, San Juan.
- Recuento Histórico de la Oficina de Asuntos de Combustibles Derivados del Petróleo: Hacia una Mejor Planificación de los Procesos de Cambio; Juan J. Rigau Sepúlveda, PhD, primer director, Oficina de Combustibles 1973-76, y presidente, Argos Productivity Solutions Inc. Foro ACEER: El Manejo de la energía enmarcado en el cambio climático y la economía, diciembre 2007, San Juan.
- Clean Energy for America: Why the 44th President Must Put America on the Clean Energy Path; Bernadette Del Chiaro and Rob Sargent, Environment America, and Tony Dutzik, Frontier Group, December 2007. www.environmentamerica.org.

Julia S. Mignucci Sánchez

Profesora universitaria con especialidad en biología, fitopatología y micología. Graduada de la Universidad de Puerto Rico y la Universidad de Illinois en Champaign-Urbana. Laboró como catedrática y científica en los programas graduados de fitopatología del Recinto Universitario de Mayagüez. Tiene en su haber sobre 100 publicaciones técnicas y un sinnúmero de ensayos sobre diversos temas del diario vivir y sobre la naturaleza. Estudia el tema de la energía y de la protección de los recursos naturales y económicos desde 1989 como parte de su labor educativa, comunitaria y ambientalista en Mayagüezanos Por la Salud y el Ambiente, el Frente Unido Ambiental de Puerto Rico y la Alianza Ciudadana para la Educación en Energía Renovable. Al presente, dedica parte de su tiempo a escribir y al servicio voluntario para definir, junto a otros, el uso y la protección sustentable de la Reserva de la Boquilla y las cuencas hidrográficas, así como la transferencia de tecnologías para el cultivo de hongos tropicales en Puerto Rico y en Asia.