

AN APPROACH TO THE TOPIC OF RENEWABLE ENERGY LED BY DOCTOR GEORGINA PASCUALINO IN THE SCIENCE AND TECHNOLOGY WEEK

UN ACERCAMIENTO AL TEMA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES DE LA MANO DE LA DOCTORA GEORGINA PASCUALINO EN LA SEMANA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Alfredo J. Perez Caballero. Historiador, Universidad de Cartagena. Magíster en Historia del Mundo Hispánico de la Universitat Jaume I – España. Diplomado Marketing Cultural y Formulación de Proyectos, Universidad Rafael Núñez. Teoría del Cine, de la Fundación Universitaria Colombo Internacional (Unicolombo). E-mail: aperez@unicolombo.edu.co

Sandra Lorena Hidalgo Arango. Licenciada en Filosofía y Letras, Universidad de Caldas. Magíster en Teoría Crítica, Instituto de Teoría Crítica de México. Docente investigador, Fundación Universitaria Colombo Internacional (Unicolombo). Miembro del grupo de investigación Kuagro. E-mail: shidalgo@unicolombo.edu.co

Recibido: 25/06/2014 – Aceptado: 01/08/2014

La historia de la educación colombiana se caracterizó durante mucho tiempo por la separación que existía entre sector productivo, sistema educativo y ciencia. Ejemplo de lo anterior, lo constituyó el panorama de la educación escolar colombiana, el cual, durante muchas décadas, se centró en discursos repetitivos que pocas motivaciones le generaban al estudiante, en donde el papel de la ciencia se limitaba al estudio de investigaciones, descubrimientos y teorías desarrolladas en contextos ajenos y alejados de la realidad del estudiante, para quien la cercanía más experiencial, en muchos casos, se limitaba a alguna fotografía o imagen del científico en estudio. Aún más, la ciencia en esta visión tradicional del proceso de enseñanza y aprendizaje se limitaba a un grupo de datos que el estudiante debía memorizar y cuya utilidad se reducía en muchos casos a pasar el examen, dejando unos márgenes muy estrechos al cuestionamiento y aún más estrechos para la búsqueda de nuevas respuestas.

Frente a este panorama, en la última década el ámbito investigativo y educativo colombiano ha sufrido una profunda transformación: se ha consolidado la idea de que la investigación constituye uno de los pilares claves para el desarrollo del país, y que solo a través de esta se pueden alcanzar los objetivos propuestos de los estamentos públicos y privados de un país desarrollado, equitativo e igualitario. En este sentido, la ciencia, la tecnología y, más tardíamente, la innovación (CTeI) se han constituido en factores de desarrollo y crecimiento económico. Lo anterior ha repercutido en el fortalecimiento de la política científica nacional a través de Colciencias, el incentivo de la investigación desarrollada por organismos gubernamentales y de carácter mixto, y, por supuesto, el desarrollo de centros de investigación de carácter privado. A partir de aquí se han generado nuevas dinámicas al interior del campo de CTeI nacional. Por un lado, la investigación ha crecido a un ritmo sin precedentes, pero aún más significativo que esto es el surgimiento de un cuerpo de docentes vinculados a la educación primaria, secundaria y media con un marcado interés por la práctica investigativa, quienes han logrado interiorizar el proceso investigativo como parte nuclear de su actividad.

Dentro de las temáticas que han surgido a partir de esta renovada articulación entre investigación y educación, y que se han convertido en un tema recurrente dentro del ámbito científico está la energía sustentable, la cual se convirtió en tema central de la Semana de la Ciencia y Tecnología 2014. La energía sustentable se ha convertido en un foco de atención especialmente en los últimos 10 años debido a fenómenos evidentes en el cambio climático, entre otras razones. Frente a lo nocivo de los combustibles fósiles surge el concepto de energías renovables, el cual hace referencia a tipos de energías limpias e inagotables. Sobre este tema versa la entrevista realizada a la Dra. Georgelina Pascualino, quien se

constituye en una experta en el tema.

GEORGELINA PASCUALINO: Yo soy de Argentina. Estudie Ingeniería Química en la Universidad Nacional de Mar de Plata. Cuando terminé la carrera, me ofrecieron una beca de doctorado en España, en la ciudad de Tarragona, en la Universidad de Rovira i Virgili. El doctorado es en Ingeniería Química y de Procesos, pero dentro del programa hay un grupo de investigaciones en biopolímeros vegetales y energía renovable. Yo entré a ese grupo de investigación a hacer mi tesis doctoral.

Mi investigación fue en producción de biocombustibles, en particular, biodiesel, a partir de una planta que se llama *Cynara cardunculus*. Es un cardo silvestre que crece en la región mediterránea, y el atractivo de esta planta es justamente que su carácter silvestre, que no requiere unas condiciones específicas de cultivo. Sobre todo en España, donde hay mucha escasez de agua para riego, era interesante encontrar un cultivo que creciera en las condiciones extremas que se dan en algunas regiones, sin necesitar riego adicional. Es una especie, un vegetal, que se adapta a regiones áridas, que soporta las temperaturas extremas que hay en verano, con temperaturas temporarias por encima de 40 °C, y heladas en invierno. Allí, con el cambio de las estaciones, se dan estas condiciones que el cardo resiste, pues no requiere riegos adicionales. Entonces me pareció una planta interesante porque no competiría con otros cultivos como los alimentos porque crece en zonas donde no crece nada más.

El proyecto macro estaba compuesto por varias instituciones de España, quien lideraba el proyecto era un centro de investigaciones en materiales ubicado en Madrid. Ellos se encargaron de lo que era el cultivo controlado de esta especie, aunque, como digo, crece de forma silvestre. Lo que hicieron fue una especie de cultivo controlado para ver un poco cómo era la producción. Y luego de ahí se derivaron tres proyectos, uno de producción de etanol, otro de producción del biodiesel, que era en el que estaba yo; y otro de producción de fibra para tableros y papel, que también se desarrolló en la universidad donde yo estaba.

Entonces de ahí de esos cuatro años que estuve en el doctorado viene mi experiencia en la parte de biocombustibles, en la producción de esta especie. Y también tuvimos un convenio con Bionet, una empresa productora de biodiesel ubicada en Cataluña, que mostraba dificultades en la caracterización del biodiesel en el laboratorio, en adaptarlo a la normativa europea, y tuvimos una colaboración con ellos en lo que era hacer una evaluación de distintos métodos de caracterización de Biodiesel. Para obtener la pureza. También hicimos unos ensayos de biodegradación. Cuando yo empecé la tesis, ocurrió el derrame del petróleo del Prestige, un barco que

se accidentó en la costa Gallega, en el norte de España, y a raíz de ese suceso pues surgió la idea de ensayar qué ocurría con las mezclas del biodiesel y ese petróleo crudo, que allá le llaman chapapote, el cual es como una brea, por su densidad. Entonces ensayamos la biodegradación del chapapote puro y mezclado con diferentes proporciones de biodiesel para ver si aumentaba su biodegradación y, bueno, encontramos resultados que demuestran que el biodiesel acelera la degradación de los combustibles fósiles. Lo probamos con el chapapote, con gasolina, con gasol, y encontramos que se degradaba.

Entonces esa parte de biodegradación fue lo que sería mi tesis de maestría, y en la tesis de doctorado incluyo la parte de la maestría y toda la parte de caracterización y producción de biodiesel a partir del cardo. Pues básicamente mi parte doctoral estuvo enfocada en biodiesel. Cuando terminé el doctorado, me quedé un año más en la universidad gracias a un contrato con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ellos querían hacer una planeación de cómo sería un laboratorio de control de calidad de biocombustible completo, que cumpliera toda la normativa europea. En ese entonces, en España no había un laboratorio que tuviera todos los parámetros que exige la normatividad europea. Habían laboratorios dispersos que cumplían unos parámetros si y otros no, pero ningún laboratorio que los tuviera todos. Y la mayoría de empresas productoras de biodiesel lo que hacían era caracterizar algunos parámetros del día a día, para mandar las muestras para análisis completo a Alemania. Entonces el IDAE quería montar un laboratorio en España para certificar el biodiesel producido en España.

Así las cosas, mi tarea consistió más que nada en hacer una revisión de toda la normativa y hacer el presupuesto de lo que sería construir ese laboratorio. Eso se hizo en el año 2007, con proyecto de un año, y bueno, cuando se terminó por temas de cambios de gobiernos y todo, al final no se concretó. Yo entregué lo que era la planeación de cómo sería. Luego me desvinculé tres años del área energética. Estuve trabajando tres años como postdoc en la parte de evaluaciones ambientales en el grupo de evaluación ambiental, también de la misma universidad, pero ya en otro grupo de investigación.

Estuve trabajando en toda la temática de tratamientos de aguas, de residuos, de envases, etcétera. Entonces me desvinculé un poquito de la parte de energías y, tres años después, se concretó el tema de construir ese laboratorio que había planificado. Entonces a quien encargaron esa tarea fue a quien había sido mi director de tesis doctoral. Se montó una nueva institución, que es el Instituto de investigaciones de Energía de Cataluña (IREC, por sus silgas en catalán). Esta institución tiene dos sedes, una en Barcelona y otra en

Tarragona, donde se propuso implementar este laboratorio. Entonces, obviamente, cuando a él le encargaron esa tarea, me llamo a mí para que me encargara del laboratorio. Esta persona, que les menciono, que era mi director de tesis doctoral, es el doctor Joan Salvador, uno de los invitados a la Semana de la Energía. Él fue el ponente invitado para la inauguración de la Ruta de la Energía. Es una persona que en temas de biocombustible conoce mucho y actualmente es el líder de la línea de biomasa y biocombustibles del IREC.

A mí me contrataron allí como jefa del laboratorio. Mi tarea fue montar ese laboratorio que yo tres años antes había programado, el cual inicialmente se había programado solo para biocombustibles líquidos. Cuando ya lo montamos en IREC, se amplió a biomasa sólida también. Porque ya empezaba a ver ciertos movimientos en el tema de uso de biomasa y también empezaron a utilizarse los residuos. Allá en España los residuos se separan. La gente en sus casas separa lo que son plásticos, vidrios, metales, orgánicos, etcétera y todo lo que no es reciclable, que le llaman la “fracción resto”.

Esa fracción resto normalmente va a una incineradora o a un relleno sanitario, dependiendo de la ciudad. En el caso de Tarragona, va a incineradora. Entonces comenzamos a estudiar a esa fracción resto con fines energéticos. En nuestro caso, tuvimos varios proyectos en el IREC en los que se usaban esa fracción de resto de residuo para fabricar peles, como si fueran peles de biomasa, pero en este caso de residuos, e incinerarlos. Entonces, a ese tipo de combustible allá se les llama “combustible sólido recuperado”, que es un combustible que proviene de material recuperado, material que no es reciclable.

SANDRA HIDALGO: Completamente desechado.

GP: Sí. Allá había restos textiles... lo que se mezcla; no necesariamente material que no es reciclable puramente, sino aquel material que la gente desecha en el contenedor de restos. En el contenedor de restos se encuentran de manera habitual objetos que son reciclables y otros que no lo son, provenientes de gente que no recicla y que echa ahí todos los residuos. Hay una mezcla de plásticos, papeles, textiles, orgánicos, hay vidrio y metales, hay de todo. En las plantas de separación ese material lo que hace es separar metales y vidrios, porque, como se incineran, si uno incinera vidrio no produce nada de energía. Más pierde energía que la que genera, y si uno incinera metales es peor, porque el metal se oxida. Entonces por cada kilo de un metal que uno incinere produce un kilo y medio más de cenizas, porque al oxidarse adquiere oxígeno de la atmósfera. Se combina con oxígeno del aire, así que genera más material que el inicial. Entonces incinerar metales y vidrio no compensa.

Todo lo demás sí es incinerable, pero teniendo en cuenta que es un residuo que es mezclado, puede haber restos de metales pesados, puede haber elementos que produzcan dioxinas o ciertos gases tóxicos.

Para poder incinerar estos materiales en forma de peles, hay que hacer unos estudios de caracterización muy exhaustivos. Hay que medir todos los metales pesados, especialmente mercurio, porque uno puede liberar mercurio al quemarlos y todo lo que sigue en emisiones de dioxinas, contenidos en alógenos cierto. Toda esa caracterización para saber si se puede quemar de forma segura, nosotros la hacíamos en el laboratorio, todo eso se implementaba. Entonces todos esos tres años que yo estuve ahí implementamos todas las técnicas de caracterización de biomasa sólida, líquida y algunas de gases también. Para la producción de gases. Entonces con el grupo básicamente nos enfocamos en eso, todo lo que es biomasa.

En el mismo instituto donde yo estaba también hay un grupo de investigación en energía solar, hay grupos de eficiencia energética, hay grupos de energía eólica marina. Todos en el instituto se dedican en general a todo lo que es energías, en investigaciones a todo lo que es energía en general. No solo energías alternativas, sino también todo lo que es optimización de las fuentes de energía convencionales, de manera que ahí tocan distintas cosas.

Otra experiencia en la parte energética es por el lado de la docencia, en temas de investigación, pues estuve más vinculada a esa parte, a la parte de biocombustibles y biomasa, pero en docencia durante los últimos... los tres años que estuve en el IREC, también me vincule a la Universidad de Barcelona en una maestría de gestión y eficiencia energética. Entonces en esa maestría yo estaba a cargo del módulo de biocombustibles, pero la maestría incluía también toda la parte de eólica, fotovoltaica, lo que es energía geotérmica, energías del mar, etcétera y la parte de eficiencia energética. Entonces en temas de docencia, mi vinculación con la parte energética viene de ahí y, actualmente, en el Tecnológico de Comfenalco soy la docente de la asignatura de uso eficiente y fuentes alternas de la energía. En la que vemos toda la temática de energía básicamente.

ALFREDO PÉREZ: ¿En qué momento regresas a América? ¿Y cómo pones en práctica acá toda esa serie de conocimientos que aprendiste allá en España?

GP: Yo regresé aquí en el año... Bueno, regresé (Risas). Yo había conocido Cartagena en unas vacaciones; pero me vine a vivir aquí en el año 2013, por un contacto con el entonces director del Programa de Ingeniería Ambiental del Tecnológico. Nos contactamos con él por teléfono. Inclusive mi esposo había sido docente aquí

muchos años antes, pues él es de aquí de Cartagena. Él había sido docente en el Tecnológico entre el año 2000 y el 2002, también se fue a España y, bueno, siempre hubo el interés de volver a América, a Argentina o a Colombia.

En esa época, cuando hablamos con el director de programa de aquí, nos dijo que había una necesidad de reforzar la línea de energías renovables con una asignatura optativa. Sigue siendo una asignatura optativa del programa, pero en ese entonces los estudiantes no la escogían tan habitualmente, no había una persona que llevara la línea de investigación de energías renovables aquí en el programa. De hecho, no estaba incluida dentro de las líneas de investigación. Pero querían reforzar por ese lado, entonces les interesaba mi perfil por ese tema.

Bueno, aunque la asignatura sigue siendo optativa, los estudiantes la cogen cada semestre, y están saliendo cositas interesantes. Ya hemos implementado algunos proyectos además de los de la ruta de la energía. Tuvimos también un proyecto con la Universidad del Atlántico, un proyecto de evaluación de recursos eólicos y solares en la región Caribe que termina ahora en octubre. Hemos tenido proyectos en producción de biogás, algunas cuestiones relacionadas con biodiesel. Hay algunos contactos todavía con el IREC, tenemos que presentar una propuesta de un proyecto junto con ellos también. Con el IREC de Tarragona sigue habiendo esa vinculación, pues yo trabajé con ellos tres años, pero con el doctor Salvador trabajamos juntos más de diez, entre el doctorado y el IREC, entonces esa vinculación laboral todavía se mantiene. Entonces mi venida aquí fue más gestionada por eso, por integrarme a la docencia. En ese entonces en el IREC, y en general en todas las instituciones de investigación en España, hubo una crisis también grande, se recortaron mucho los recursos. Una vez que el mismo estuvo montado, desde cero, nos dieron un edificio vacío y tocó construir todo el sistema de extracción, alarmas de gases, iluminación, desagües, inmobiliaria de laboratorio y todo el equipamiento (equipos de material de vidrios reactivos y todo), listo para hacer sus análisis.

Mi siguiente actividad iba a ser la certificación del laboratorio, pero eso cuesta dinero y el instituto no tenía los recursos. Entonces en su momento se planteó esa línea de investigación, pero ya como que vi que las cosas se estaban complicando por allá y lo mejor era alejarse un poco en ese entonces. Entonces había la crisis y hubo la intención de volver por aquí, por América, y porque no en Cartagena.

AP: Bueno, continuemos con el tema de la energía.

SH: Y contextualizamos un poquito. La entrevista es para la revista institucional, como te decía Alfredo.

Específicamente, uno de los temas que llama la atención es el de la energía sostenible en el tema del turismo por este proceso reciente de la recertificación tanto del centro histórico como turístico. Y una de las condiciones es precisamente el tema de la sostenibilidad y una exigencia para toda la industria turística y hotelera. Entonces muchas de las preguntas que nosotros preparamos giran en torno a ese tema, precisamente por ese interés muy puntual también de la universidad en relación con uno de los programas. Bueno, antes de empezar con esto yo tengo una pregunta al margen. Para ti, que tienes esa experiencia investigativa impresionante, que es aún más significativa para un contexto como el Caribe, como el de Cartagena, ¿cuál es el mayor reto que has tenido que afrontar en temas de investigación? Porque claro, tú mencionas esta limitante de los recursos disponibles para la investigación, y aquí, no solamente está todo por hacer, sino que el tema de los recursos para las investigaciones es muy limitado, mínimo.

GP: Bueno, aquí en tema de los recursos de laboratorios está muy limitado. El de los biocombustibles, de hecho, no lo estoy trabajando aquí ahorita, porque es muy costoso. Todo lo que es caracterización requiere unos equipos muy específicos, que cuestan muchos dinero y que, por ejemplo, en el IREC estaban planificados para usarlos con muestras diarias. En un proyecto de investigación a nivel universitario aquí, y ni siquiera en España, una institución educativa puede tener todo ese tipo de equipamiento. Ni siquiera las empresas que producen biodiesel lo tienen. Cuando uno habla, por ejemplo, de biodiesel, uno de los parámetros que uno puede medir en un laboratorio es lo que tiene la mayoría de las empresas, y lo que tuve durante el doctorado fue un cromatógrafo de gases para hallar la pureza, lo cual es lo básico. Pero si uno ya quiere determinar índice de cetano, es un equipo que cuesta 600.000 euros. Una universidad no se lo puede permitir. Un equipo de esos solo lo tiene Redsol en España y CLH, que es la compañía que gestiona toda la distribución de hidrocarburos en toda España. No sé si aquí el Icetex tenga un equipo de esos, como un medidor de cetano. Esos son equipos tan muy costosos que para investigación uno no les saca tanto jugo. O sea para recuperar esa inversión, tiene que haber muchos proyectos relacionados. Entonces tampoco crean que el tema de equipos en España es tan fácil. Yo creo que para el tema de equipamiento e investigación en estos momentos está más difícil obtener financiación allá que acá.

Las universidades, en las buenas épocas, se equiparon muy bien. Entonces sí tenía informe de todo el equipamiento de esas buenas épocas de la Unión Europea, los primeros años, entre los años 2000 y 2008. En esos años uno podía comprar un equipo costoso, pero hoy en día las cosas están difíciles en materia de

investigación. Yo creo que en estos momentos hay más convocatorias para proyectos de investigación aquí en América que lo que uno puede conseguir en España. Yo estuve en España en diciembre y tuve contacto también con la gente de investigación allí y sé que está muy complicada en Europa la manera de conseguir proyectos. Aquí hay falta de recurso nacional para lo que es equipamiento de laboratorio, lo que se necesita para hacer este tipo de proyectos. Hay más inversión en personal y sí que hay algo que veo aquí, que es ventajoso y es el hecho de vincular a los estudiantes a la investigación desde el pregrado. Eso no es tan habitual allá, y tampoco en Argentina. Yo no tuve ningún vínculo con la investigación durante mi pregrado

SH: ¿Eso no es tan habitual por una cuestión de exclusividad, de elitismo, o porque el estudiante se concentra solamente en las materias o en ciertos conocimientos?

GP: Normalmente, los proyectos de investigación están limitados a los estudiantes de postgrado. Los estudiantes del pregrado tienen laboratorios aparte, y la docencia y la investigación están separadas en temas de estructuras. Es muy raro que los estudiantes de pregrado estén en un laboratorio de investigación. Tiene que ser algún estudiante brillante que algún docente lo quiera vincular a algún proyecto, pero la realidad es que en la mayoría de los casos los estudiantes que trabajan en proyectos son estudiantes de maestría y doctorado. Los estudiantes de pregrado van aparte. En el caso de Argentina, éramos desiguales; los laboratorios de investigación estaban aparte, los estudiantes de pregrado se vinculaban a investigación solo en el trabajo de grado, pero antes de eso no. En cambio, aquí tenemos esa disponibilidad de mano de obra, pero también es una posibilidad de formación para los estudiantes porque ellos lo hacen de forma voluntaria. El tema de los semilleros no es algo que sea obligatorio para ellos, pero quien quiere estar puede hacerlo. Yo salí de mi pregrado sin ninguna investigación, sin ninguna participación en eventos, con mi hoja de vida en investigaciones, blanca. Lo que tenía era buenas notas y una carta de recomendación de un docente, y con eso me dieron una beca. Pero las oportunidades para los estudiantes de aquí, que han pasado por semilleros, que egresan, son que, además de buenas notas y recomendaciones, tienen participación en eventos, ponencias, artículos en algunos casos, la experiencia...

SH: Además se pueden postular a jóvenes investigadores de Colciencias.

GP: Eso les da una ventaja muy grande a la hora de competir por una beca con estudiantes de otros sitios que no han tenido esa experiencia.

SH: Eso que mencionas es importante, porque

por lo menos aquí no lo percibimos de esa manera, lo vemos como parte del proceso formativo. Parte de la cadena formativa literalmente.

GEORGELINA: Pero allá no es tan clara la vinculación del estudiante de pregrado a la investigación. Uno se vincula a la investigación desde el postgrado. En algunos casos en trabajo de grado y depende del proyecto, depende un poquito del proyecto. Pero, por lo general, uno no pisa un laboratorio de investigación hasta el postgrado.

Creo que por ese lado los estudiantes de la mayoría de instituciones colombianas están preparándose en la investigación. Yo he asistido a los encuentros de semilleros a niveles institucional y regional, he sido evaluadora y he enviado a estudiantes, y sé que se ven estudiantes desde primer semestre en adelante, inclusive estudiantes de colegio. Yo soy asesora del programa Hondas, de estudiantes que van desde primaria, y he asesorado estudiantes de cuarto de primaria. Entonces, que niños tan pequeños estén vinculados a la investigación, no es tan habitual, sobre todo que sea algo formal, que haya una organización detrás, que puedan participar en eventos.

Recuerdo que en Argentina en el colegio sí que había ferias de ciencias, pero no era algo tan estructurado con recursos del estado. Yo creo que por ese lado los estudiantes colombianos tienen una gran ventaja que quizás competitivamente dentro de Colombia uno no lo nota porque igualmente uno con otro están en igualdad de condiciones, pero a la hora de salir al exterior, eso les da una ventaja adicional, pues vienen con esa experiencia, que al final es el saber buscar en una base de datos, el saber cuál es la estructura de un artículo científico, cómo es un evento académico, cómo pararse delante de un público a exponer. He visto aquí niños de primaria exponiendo en un evento científico. Eso no es tan habitual allá. Repito, no se da de forma tan organizada. Yo creo que el tema de los semilleros es algo muy importante. Eso nos da la ventaja en cuanto a los proyectos. Aunque el recurso económico para equipos no está, sí tenemos la mano de obra. A uno le toca ingeniársela para enfocar el proyecto de otra forma que requiera menos infraestructura, y trabajar un poco con los recursos que uno tiene.

AP: Bueno. Con el ánimo de que nuestros lectores y también nosotros mismos como investigadores tengamos una cierta claridad conceptual frente a este tema que estamos trabajando de energías sostenibles, nos gustaría que nos dieras esa definición. ¿En qué se diferencian energía sostenible y energía sustentable? Porque en realidad para nosotros, que estamos desde de la barrera, afuera de este campo, lo asimilamos como igual.

GP: Hay varios conceptos que se mezclan,

porque se habla de energías renovables, energías limpias, sostenibles, energías alternativas. La Universidad de Planeación Minera y Energética (UPME) la define, a las energías alternas, como fuentes no convencionales de energía. No son renovables, ni alternativas, ni sostenibles sino no convencionales. Entonces como renovables o como sostenibles se entenderían aquellas energías cuyo recurso, el recurso que consumen, se produce a una velocidad más grande que la que se consume. Se produce más rápido que lo que lo estamos consumiendo, podemos ver que no lo estamos agotando. Este sería el caso del sol, por ejemplo. La energía solar está ahí y lo que podemos coger y aprovechar de esa energía solar es mínimo con respecto a lo que se está produciendo. Las tasas en que lo estamos consumiendo no las logramos agotar. Entonces eso se consideraría una energía sostenible. Es decir, sostenible, en temas de energía, de agua, etc., es aquel recurso que se está produciendo y se está regenerando a una velocidad más grande que aquella a la que lo estamos consumiendo.

En el caso de los combustibles fósiles, es todo lo contrario. Los estamos consumiendo a una velocidad mucho más grande que aquella a la que se produce. Por ende, la disponibilidad está bajando. Probablemente nunca lleguemos al momento en que no halla petróleo, porque siempre se encuentran nuevas reservas, pero sí que lo estamos consumiendo a velocidad mucho más grandes que aquella a la que se producen. No es sostenible por ese motivo, independientemente de temas de emisiones etcétera. Sí, hay energías limpias pero que utilizan un recurso que se puede agotar, como sería por ejemplo la energía hidroeléctrica, que depende del agua, y el agua es un recurso que en ciertos sitios se está agotando. Entonces la hidroeléctrica en algunas clasificaciones la vamos a ver que está entre las renovables, en otras clasificaciones no. Eso depende un poquito de donde surge el recurso, qué tipo de agua se está usando, de dónde viene. Si el recurso es un cuerpo de agua que se está agotando, que se está secando, pues ya deja de ser sostenible aunque en este tipo de energías el agua no se está consumiendo, pero sí se está haciendo una alteración de algunas de sus propiedades.

Entonces depende un poquito de esas clasificaciones. Hay energías que están un poquito al medio. Hay quien clasifica como renovable la nuclear, porque la cantidad de energía que uno obtiene de un gramo de uranio es muchísima. Sin embargo, es un elemento que sí que se agota. Si la dejas desde el punto de vista de gases de efecto invernadero, la nuclear es una de las más limpias, porque no genera emisiones de dióxido de carbono. Si lo pensamos desde el punto de vista del cambio climático entraría dentro de las limpias. Si la vemos de forma global, no, porque tiene una generación de unos residuos radiactivos, pero en cuanto a consumo de recursos y generación de gases contaminantes, está entre

las más limpias. De hecho, genera menos CO₂ que la eólica, que es la fotovoltaica, si lo vemos desde el punto de vista del ciclo de vida. Porque es que la energía nuclear no genera dióxido de carbono, no estamos quemando nada. El dióxido de carbono proviene de quemar algo, entonces todas aquellas energías que implique quemar algo, tanto si es de origen fósil como renovable, generan dióxido de carbono. Entonces si yo quemo petróleo o quemo biodiesel estoy generando dióxido de carbono, porque la combustión —de lo que sea— genera dióxido de carbono.

Comparemos un combustible fósil con un combustible renovable como el biodiesel o el bioetanol, porque se dice que el biodiesel y el bioetanol generan menos emisiones, pues ese dióxido de carbón que están liberando es un dióxido de carbón que se acaba de consumir. Yo estoy liberando a la atmósfera un carbón que la planta consumió un poco tiempo antes. Entonces es un carbón que está en el ciclo. O sea, yo tengo un vegetal, tengo la biomasa, la quemo, libero ese dióxido de carbono pero que lo vuelve a absorber la planta. Allí hay un ciclo. En el caso de los fósiles no, porque yo estoy sacando, estoy liberando a la atmósfera un dióxido de carbono que consumió una planta hacen millones de años, no se encuentra en el ciclo. Estoy liberando a la atmósfera un dióxido de carbono nuevo que no estaba presente en la atmósfera. El que estoy liberando con la quema de cualquier elemento de origen biológico es un dióxido de carbono que está circulando.

Entonces en términos de emisiones, yo no puedo decir que los combustibles renovables y que los biocombustibles no generan emisiones, porque es mentira. Pero las emisiones que generan de base de efecto invernadero forman parte de un ciclo. Entonces cada kilo de dióxido de carbono que estoy liberando lo consumió la planta a partir de la que se produjo ese material. Es un ciclo cerrado, y por eso se considera renovable. Entonces es un poquito... Esa es la clasificación de las energías.

Yo pienso la energía solar sí que entra en todas las clasificaciones. La energía solar es limpia, no genera gases de efecto invernadero, es renovable. El sol a la escala humana es inagotable. Se va a agotar en algún momento pero no en la escala de una vida humana, por ende se considera inagotable, aunque no lo es realmente, pero en el tiempo, comparando la época del sol con la del ser humano, se podría considerar que en nuestra escala es inagotable. Y por ende es un recurso que entra en todas las clasificaciones de limpias, alternativas, sostenibles, sustentables, renovables, alternativas, convencional.

La eólica estaría más o menos por el mismo lado, porque la energía eólica la produce el sol. Sería el mismo sol. El sol calienta las capas de aire, más en unos sitios que en otros, y eso hace que el aire se mueve de un sitio a otro,

lo cual produce el viento. Por eso la energía eólica depende directamente del sol y, así como el sol, también es inagotable a escala humana, entra en todos los tipos de clasificaciones. Otra energía que podríamos considerar que es inagotable es la energía del mar. Todo lo que son corrientes submarinas, oleajes, mareas, etcétera. De energía del mar, hay varios tipos: la energía de las olas, que está más vinculada con el viento; las corrientes submarinas, que tienen que ver con cambios de temperatura más que nada; y la energía de mareas, que está más relacionada con la luna que con el sol. En la costa Atlántica no hay diferencias de mareas pero sí se dan en el Pacífico, en algunas zonas en otros continentes, y en el norte de Europa. Entonces ese cambio en la marea puede ser utilizado para producir energía. Y la cuarta forma de energía que podemos sacar del mar es la de gradiente térmica, porque el mar tiene diferentes temperaturas en la superficie que en la profundidad. Ese cambio de temperaturas puede aprovecharse para evaporar y condensar gases y los ciclos de evaporación y condensación se utilizan para producir energía. Cuando evaporo y condenso un gas, estoy aprovechando esa diferencia de energía del cambio de fase.

Entonces hay cuatro formas de sacar la energía del mar, y el mar en la escala humana es inagotable. Esas tres energías las podemos conseguir totalmente limpias. La geotérmica procede del interior de la tierra, y el calor del centro de la tierra a escala humana es inagotable, aunque no se está regenerando, pero es una energía que al ritmo en que se está consumiendo no se va a agotar. La biomasa es renovable siempre y cuando lo estemos proponiendo. Es decir, si yo voy a talar un bosque para quemar esa madera no puedo hablar de biomasa. Pero si yo corto un árbol y siembro otro, ahí sí, porque lo estoy haciendo renovable. De manera que en la biomasa hay mucha exclusión en ese sentido, porque si yo estoy reemplazando una planta con otra estoy cerrando el círculo.

SH: ¿Pero cuánto tarda en crecer un árbol en comparación con la velocidad de tala, por ejemplo?

GP: Bueno, de tala hablamos si nos referimos a biomasa para leña, lo que sería para calderas. Pero hay dos tipos de tala que serían: la tala irresponsable, que sería coger árboles que no se han cultivado para eso, y lo que es el cultivo energético. Hay especies que crecen muy rápido. En un año puede crecer un pino, un caruto, especies que se desarrollan muy rápido. Entonces si uno las va sembrando al mismo ritmo que las va cogiendo... Eso uno lo ve, por ejemplo, en Alemania, donde hay campos enteros de eucalipto. Lo que hacen es: siembran, y cuando llega a una altura cortan y vuelven a sembrar, de manera que se cierra el ciclo. Pero para que se pueda considerar renovable y sostenible, tiene que consumir al mismo ritmo

o más lento que lo que se está produciendo. Si yo solo estoy cogiendo de la naturaleza no es sostenible.

ALFREDO PÉREZ: Por ejemplo, el bambú, que en él se garantizan estas cosas. Bueno, hemos hablado de toda tu experiencia a nivel internacional, lo que nos ha mostrado que por un lado muchos países están interesados en desarrollar todo este tipo de energías sostenibles y sustentables, que hay laboratorios, que hay toda una infraestructura ya académica interesada en eso. Nos hemos dado cuenta de que hay una serie de recursos que están prestos para sostener una sociedad con energías sustentables y sostenibles. En el caso de Colombia, ¿cómo desarrolla esas investigaciones? ¿Sí hay investigaciones? ¿Sí hay adelantos? ¿Sí hay proyectos en torno al tema de energías sustentables?

GP: Sí. No se históricamente si haya habido mucho interés en el tema. Sin embargo, en los últimos años, mientras yo he estado aquí sí que he notado, más si uno mira las convocatorias de Colciencias: cada año por lo menos hay una enfocada en temas de energía. Si se fijan la ruta de la Semana de Ciencia y de Tecnología del año pasado, la hicieron en temas de energía, que en años anteriores había sido sobre agua, o había sido otro tema. El proyecto en que estuve trabajando con la Universidad del Atlántico fue específico en temas de energía. Y si uno mira las convocatorias cada año están saliendo convocatorias para proyectos, así que hay una cierta financiación o cierto énfasis en proyectos vinculados a la parte energética. La unidad de planeación minero-energética ha financiado proyectos y sé que por parte de ellos hay mucho interés de ampliar esa parte. La nueva Ley de Renovables, que salió en el 2014, la 1715, favorece el uso de energías renovables para autoconsumo. Entonces yo creo que en Colombia, si bien se ha venido progresando, no podría decirse que más lento que otros países porque la situación de cada país es diferente, y la necesidad, el por qué uno empieza a invertir en energías renovables, cambia de un país a otro.

En el caso de Europa, tenemos a Alemania, que está mucho más avanzada en temas de investigación e infraestructura. En Europa se da una necesidad, y es que no tiene petróleo, ni gas. Entonces ¿de dónde le llega el gas a Europa? De Rusia y del norte de África (Argelia). De manera que, si Rusia está en conflicto con Ucrania por este tema y cierran el gasoducto, Europa queda sin gas, y ha pasado. Ha pasado en ciertas ocasiones, sobretodo en invierno, y Europa depende de ese gas, y del petróleo extranjero.

Es un tema de autonomía, que para países muy poderosos no poder ser dueño de mucha energía es algo que los pone en mucho riesgo. Eso es una necesidad los lleva a meterse de lleno en las energías renovables, entonces uno dirá: Bueno, ¿por qué Alemania tiene tanta

energía solar si la radiación solar que ellos tienen es mucho más baja que la que hay aquí? Aquí tienen biogás, tienen generadores eólicos, tienen paneles solares por toda Alemania, porque en el estado de ellos uno se cansa de ver paneles solares en los techos de las casas, y en invierno ni se diga, pero ahí están los paneles produciendo. Lo poquito que produzcan sirve, y en lo que es Dinamarca y Holanda uno ve generadores eólicos por montones, pero, porque hay esa inversión tan grande allá y no la hay aquí cuando aquí tenemos el recurso. Porque si nos vamos a radiación, aquí la hay, pero quizás más que nada hay una diferencia en necesidad. Allá el depender de otros países para obtener ese recurso es algo que estratégicamente no conviene porque se está amarrado a los precios y a las condiciones que otros le impongan. Y el petróleo sabemos que está en conflicto...

SH: Permanente.

GP: Permanente las situaciones con el petróleo. El carbón sí lo tenemos en España, otros tienen mucho azufre. Entonces el carbón con menos contenido de azufre es más costoso. Yo creo que la inversión y el enfoque han sido más grandes allá. También es un tema cultural, porque creo que, si la concientización de la población en todo lo que es reciclaje, cuidado del agua, cuidado de la energía, por ejemplo, han estado más metidas en lo que es la cultura de allá, también es un tema de necesidad, ya que por motivos estratégicos ellos necesitan independizarse energéticamente.

Colombia y otros países de América Latina tienen petróleo, gas, carbono, agua. Pensemos que, si nos vamos a España, no hay ningún río lo suficientemente caudaloso como para que valga la pena instalar una central hidroeléctrica. Los ríos de España dan pena comparados con... (Risas), pero los caudales que se manejan son mucho más pequeños. Los españoles vienen aquí y ven el río Magdalena y se quedan asombrados y encantados de ver pasar tanta agua. No hay esa disponibilidad de recursos. Entonces, como aquí está el recurso, no hay esa necesidad de independizarse. Por el lado de la energía a Colombia no le falta, no le faltan recursos, lo que carece es de distribución e infraestructura, porque sí que buena parte del territorio colombiano, más del 50% del territorio colombiano, no tiene acceso a la electricidad. No tenemos que ir muy lejos, tenemos aquí las Islas del Rosario donde no hay electricidad. Como este sitio, hay muchas regiones que no tienen acceso eléctrico; y no es porque no halla el recurso, pues sí hay carbón, petróleo, combustibles fósiles, biomasa, sol...

SH: Hay bosques.

GP: Sí, el recurso está. Yo creo que el tema de que no se haya apurado tanto esa inversión en ese tipo de energía ese debe a que, primero, no hay esa necesidad de

recursos. Se necesita más en la distribución, en cómo hacer llegar esa energía a las zonas donde no llega. Las zonas no interconectadas de Colombia han sido siempre el enfoque principal de llevar la energía, y cuando uno le lleva la energía, pues no importa qué tipo de energía, sino el hecho de que no tienen disponibilidad ahorita... Entonces es un tema primero de diferencia en temas de recursos Colombia tiene recursos, en todos los tipos de energías, las renovables y las no renovables, así que no hay esa urgencia de implementar las energías renovables por ese tema.

También hay temas de emisiones. Según el protocolo de Houston, la mayoría de países de Latinoamérica emiten, pero no están obligadas a reducir emisiones, porque sus emisiones son mucho más bajas que las de otros países. En Europa, la mayoría tiene la obligatoriedad de reducir esas emisiones. Ellos tienen que invertir para cumplir con el protocolo de Kioto. Colombia no, porque las emisiones son bajas, entonces no hay esa obligatoriedad de reducir emisiones, no hay esa necesidad de recursos. No significa que no haya que hacerlo, sino que quizá no se dan las urgencias, esa necesidad que tiene Europa. Si no estuviera el recurso, quizás sí.

Pero si lo vemos desde el punto de vista estratégico, ha habido otras problemáticas también, otras que no han dejado que, igual el tema de la energía, sea prioritario. No es algo urgente. No es que no haya energía, o se vaya a acabar, o Colombia se quede sin energía en un año. ¿Qué hacemos? No. Cosa que si se ha dado en zonas de España. España se quedó sin agua, y bueno, ¿qué hacemos? ¿Invertimos en excavadoras? Colombia tiene agua, todavía le falta mucho tiempo de agua. Si hay agua, no hay falta de agua. Entonces yo creo que, en temas de recursos, Colombia es muy rica en recursos, en todo tipo de recursos energéticos. Colombia no se va a quedar sin energía, pero deben ser gestionadas. Yo creo que por el tema de investigaciones hay mucho por hacer, porque falta testear esas energías que funcionan bien y que están implementadas en otros sitios del mundo a las condiciones del equipo, que en algunos casos son ventajosas y que en otros no.

A propósito de lo que es la energía solar aquí, si uno mira afuera, sol hay bastante, hay mucha radiación. La radiación es muy alta, sin embargo, las elevadas temperaturas afectan a los paneles fotovoltaicos. Los paneles trabajan bien a determinadas temperaturas. Si se sobre calientan, empieza a bajar su eficiencia. Entonces, las mejores condiciones no necesariamente implican tantas radiaciones tan elevadas, porque la temperatura muy alta, también los puede afectar. Entonces ese tipo de estudios es lo que falta hacer aquí. Ver en las condiciones del clima de Colombia qué es lo que se puede hacer, teniendo en cuenta que aquí hay temporadas secas muy

extensas y temporadas de lluvia concentradas. En esas temporadas de lluvia no habría esa radiación, pero en los periodos secos la radiación es muy intensa y algunos materiales puede que se vean más afectados. O sea, la temperatura afecta cualquier equipo... Si uno piensa, el teléfono se calienta y empieza a perder eficiencia en la batería. Que si hablamos en tema de energías renovables en muchos casos necesitamos baterías para almacenar y estas baterías se ven afectadas por el calor; entonces las altas temperaturas afectan, no significa que no la podamos implementar, pero sí que hay que saber que hay que tener en cuenta eso.

SH: ¿También las condiciones del contexto?

GP: Sí. Porque a la hora de hacer una planificación, quizás el tema de mantenimiento sea más intenso en ciertas zonas con mayores temperaturas, porque el material se daña antes. Entonces si un panel solar en Alemania puede durar 20 años, aquí no llega a los 15, porque el calor va acelerando ese proceso. Pero como producen más en esos 15 años que lo que produjo en 20 en Alemania, pues aun así puede que sea rentable. En las comisiones de aquí lo que hay es que probar esas tecnologías que sí funcionan bien en otros sitios del mundo, pero que aquí hay que ver cómo se dan porque las condiciones climáticas son diferentes. Entonces, en temas de energía solar, más que nada hay que probar esos materiales. Desarrollo de materiales en Colombia no se está haciendo. Se podría decir que hay que enfocarse por ese lado, en producir paneles de materiales que resistan mejor la temperatura, pero, en fin, todo sale de una necesidad. Hay ciertos materiales que funcionan bien en clima frío con bajas radiaciones, pues quizás aquí no funcionaría. En caso de energía eólica en Colombia, la verdad es que el tema de la intensidad de los vientos no es tan alta. Entonces quizás los vientos no constituyen la energía más prometedora aquí.

SH: Solamente en La Guajira.

GP: Sí, Colombia no tiene gran riqueza en lo que es recursos eólicos en comparación con otros países. Entonces quizás no es... Bueno, habría que aprovecharla en los sitios donde se pueda aprovechar, pero creo que de forma masiva para abastecer a toda Colombia no alcanzaría. Sin embargo, la energía solar sí que es una gran candidata. La energía geotérmica no se ha evaluado aquí en Colombia, y este es un país que tiene tres cordilleras, de manera que la energía geotérmica no se ha explotado y es una energía que está ahí, que está debajo de nuestros pies y que podría ser objeto de investigación y de pasión a futuro. No se ha investigado pero está ahí y se sabe que Colombia tiene ese recurso. En energías del mar, hay dos océanos. Hay mucho por hacer. Yo creo que en Colombia todavía hay mucho por hacer. No hay la urgencia pero quizás es responsabilidad también de quienes estamos vinculados a

la parte ambiental de empujar esos procesos porque desde el punto de vista ambiental sí que son beneficiosos.

Si lo miramos desde el punto de vista económico, quizás aún no haya esa prisa, esa urgencia, por el tema de que el recurso convencional está disponible. Colombia no depende de un tercero para obtener ese recurso. Sin embargo, hay mucho por hacer en temas ambientales. Aunque por el protocolo de Kioto no haya que reducir las emisiones, eso no significa que no debamos hacerlo para mejorar la calidad de vida, para mejorar la calidad del aire que se está respirando, porque los combustibles fósiles de todos modos generan unas emisiones. Hay algunos parámetros de algunas emisiones, unas cosas que se consideran que tienen un efecto local y otros que tienen un efecto global. El dióxido de carbono tiene un efecto global porque afecta de forma global al planeta. No es local porque el dióxido de carbono no es tóxico. De hecho, nosotros lo generamos al respirar. Ya que no es tóxico, en el punto local no genera ningún efecto. Pero el monóxido de carbono sí produce efectos locales. Los óxidos de azufre y de nitrógeno también producen efectos locales; los gases biodegradantes producen lluvia ácida. Las partículas producen efectos locales y todos esos contaminantes sí los generan los combustibles fósiles que se están quemando hoy en día aquí.

Entonces, por tema de mejora de calidad del aire, es importante. Mejora de niveles de ruido también. Los motores eléctricos son mucho más silenciosos. Por ejemplo, Cartagena es una ciudad terriblemente ruidosa. Y un motor de combustión genera un ruido que no lo genera un motor eléctrico. El motor eléctrico no es cien por cien silencioso, pero los niveles de ruido son mucho más bajos. Por ese lado, hay mucho que hacer todavía, y yo creo que esa es una oportunidad para la rama de la investigación. ALFREDO: Perfecto. La última pregunta para cerrar esta entrevista: Hace unos meses se desarrolló, como te dije al principio, la Semana Nacional de la Ciencia, Tecnología e innovación aquí en Colombia. ¿Qué conclusiones se pueden sacar tu participación en las actividades de esa semana? ¿Cuáles son tus conclusiones después de ver todos los proyectos que se están generando?

GP: Bueno, creo que va un poco por el mismo lado de lo que estaba diciendo antes. Creo que aquí hay muchos recursos tanto del lado de las fuentes convencionales, como de las no convencionales, y hay mucho por hacer y hay mucho interés. En la Semana Nacional de la Ciencia, Tecnología e Innovación se vieron proyectos, se vieron prototipos en muchas iniciativas y desde niveles de primaria. He visto proyectos de colegios, lo que es el programa Ondas, luego los tipos de proyectos que presentan estos niños. He notado que donde surgen estos proyectos surgen de ideas de los niños, y sí, ya por

ese lado están surgiendo este tipo de cuestiones, yo creo que a futuro se va a ver mucho progreso en este sentido en Colombia. Es decir, los niños tienen ese interés de generar fuentes de energía, lo cual es algo que se está metiendo en los colegios. Quizás antes no, porque el tema de energías alternativas nunca fue una asignatura formal. ¿En qué asignatura se enseña esa parte?

AP: De pronto, en Biología muy raramente se veía algo.

GP: Quizás la parte de biomasa, pero ya la parte de energía solar y la energía eólica son temas que no están involucrados quizás en la maya académica, en el currículo de primaria, de bachiller, ni universitario.

SH: Menos en las universidades, a no ser que se trate de programas muy específicos.

GP: Sí. En Ingeniería Ambiental es una asignatura optativa, que los estudiantes escogen porque a ellos les interesa. De manera que ellos la están escogiendo cada semestre porque sí que hay ese interés, pero no es algo actual. Pero ya vemos que los niños empiezan a hacer esas preguntas, porque en este evento participaron muchos. Hubo mucha participación, y lo que fue el desafío de la energía estaba enfocado a ellos. Entonces sí ya uno ve ese interés desde los niños, pues yo creo que a futuro se van a ver muchos avances. En la universidad se están empezando a mover muchos proyectos, se están dando los recursos y se están invirtiendo en esos temas. Entonces yo creo que ya el interés desde arriba, desde el punto de vista de la organización, está. Y viendo el interés de los niños en participar, yo creo que en un futuro cercano va a haber mucho movimiento en estos temas.

AP: Bueno, Georgelina, muchas gracias por la entrevista, por habernos abierto un espacio de tu agenda.

GP: Gracias a ustedes por la invitación.