



La aventura de medir la calidad del aire a través de plantas

En muchas ocasiones, la investigación científica está rodeada de episodios fascinantes que nunca aparecen siquiera como anécdotas para hacer menos densa una conferencia y, menos, una publicación académica. Esta crónica testimonial muestra esas peripecias desconocidas detrás de hacer ciencia.

DANIELA MEJÍA

Geóloga de la Universidad EAFIT

Hace cuatro años ya que participé en una investigación sobre la calidad del aire en el Valle de Aburrá que realizamos profesores y estudiantes del grupo de investigación en Paleomagnetismo y Magnetismo Ambiental de EAFIT, dirigida por José Fernando Duque Trujillo, docente del Departamento de Ciencias de la Tierra de EAFIT. Era en esas épocas en las que empezó a sonar mucho la idea de que en Medellín había una mala calidad del aire. Yo por alguna casualidad había comenzado un proyecto muy bonito que consistía en medir la calidad del aire en diferentes puntos de la ciudad por medio de plantas. ¡Sí!, especies vegetales a las que se les adhiere material particulado de su entorno y por medio de técnicas de magnetismo ambiental se puede saber el nivel de contaminación donde crecieron estas plantas.



Magnetismo ambiental

Disciplina que "investiga las propiedades magnéticas de suelos, sedimentos, polvos atmosféricos y colectores vegetales de contaminantes antropogénicos (por ejemplo, hojas, musgos, líquenes, cortezas, *Tillandsias*, etc.). Tales mediciones brindan poderosas herramientas para enfocar problemas ambientales relacionados con cambios climáticos y ambientales, y más recientemente, contaminación ambiental".

Débora Carolina Marié, tesis de doctorado en Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina).

Daniela Mejía en el laboratorio de paleomagnetismo y magnetismo ambiental de EAFIT triturando las muestras después de sacarlas del horno. El procedimiento debe ser muy cuidadoso y no se deben usar utensilios que puedan alterar las partículas magnéticas. Foto cortesía Daniela Mejía.

Las *Tillandsias recurvata* son plantas con una distribución muy amplia en toda América y justo en Colombia se pueden encontrar en cualquier lugar: desde las ramas de los árboles, hasta en los cables de la luz. Nunca había notado su existencia hasta que las comencé a buscar.

Una parte importante de la investigación era encontrar las *Tillandsias* porque por los protocolos de investigación las plantas tenían que cumplir ciertos requisitos: de aproximadamente cinco centímetros y una altura mayor a 1.5 metros, y las que recolectaba tenían que estar distribuidas de manera uniforme por todo el Valle de Aburrá.

Nunca voy a olvidar el primer día que salí a recoger *Tillandsias*. Había pasado toda la semana planeando las rutas en las que tenía que optimizar el mayor tiempo posible porque en apenas unas pocas semanas tenía que tener toda el área muestreada. ¿La razón? Si pasaba mucho tiempo entre coleccionar una muestra y las otras, al final no serían comparables. De manera que pasé mucho tiempo pensando la forma de tomar la mayor cantidad en el menor tiempo posible.

Una de las soluciones fue gastar horas en *Google maps* revisando en qué calles de la ciudad habían árboles y en cuáles no, todo para evitar perder tiempo en lugares donde no se podían hallar.

EL RETO DE UBICARLAS Y LLEVARLAS AL SUR DEL CONTINENTE

La noche anterior al primer día de muestreo había llevado todo a mi casa: el GPS, los mapas, la ubicación de las calles seleccionadas, bolsas, guantes... Nada podía fallar porque era la primera vez que estaba yo sola dirigiendo un muestreo. Llovió toda la noche y yo no dormía pensando en que el agua iba a tumbar todas las plantitas. Al final todo salió bien y a medida que pasaban los días fue más fácil encontrarlas.

Conoci toda la zona urbana del área metropolitana, barrios que nunca en la vida había visitado en los que gente curiosa preguntaba qué había de interesante en los árboles



Las *Tillandsias recurvata* son plantas muy comunes en nuestro medio. Aunque su hábitat natural está en los árboles, crecen incluso en techos y en cables de luz. Foto Shutterstock.

y para qué recogía esas plantas. La dinámica de muestreo tenía sus altibajos porque en el Valle de Aburrá pasas de una zona con muchos árboles a barrios con centenares de casitas sin una sola planta. Ese era un problema, lugares donde iba y no podía encontrar nada.

Las plantas las empacaba y las llevaba al laboratorio, ese mismo día las ponía a secar en un horno a 38 grados para que no se les "borrara la información". Finalmente, cuando terminé de muestrear, tenía 185 bolsitas de plantitas trituradas, listas para analizar.

Para mi fortuna, los análisis magnéticos de las muestras no se podían hacer en Colombia porque ningún laboratorio tiene magnetizadores de remanencia y otros equipos utilizados en magnetismo ambiental, así que después de tener las muestras listas comencé un largo viaje a la ciudad argentina de Tandil –ubicada en la Provincia de Buenos Aires, a unos 420 kilómetros de la capital del país–, para conocer un poco más sobre los minerales magnéticos pegados en las *Tillandsias*, y con varios análisis más determinar un índice de contaminación en cada sitio muestreado.

Viajar con las muestras fue toda una aventura, básicamente porque es materia vegetal que está pasando de una región a otra y ese tipo de cosas hay que declararlas en aduanas con el riesgo de que no las dejen pasar. Así que con mucha cautela empaqué mis bolsitas entre la ropa de la maleta de bodega y, como dicen por ahí, les eché la bendición.

Al llegar a Buenos Aires me apresuré a recibir la maleta en la banda con la sorpresa de que nunca apareció: Aerolíneas Argentinas había dejado mi equipaje en Lima y prometió que lo enviaría lo más pronto posible a Tandil.

LA EMOCIÓN DEL LABORATORIO

Los primeros días en Tandil fueron de mucha ansiedad, primero por pensar que tal vez no llegaría la maleta —o, si llegaba, podía no tener las muestras adentro— y, segundo, porque como en la maleta traía todas mis cosas personales, no tenía nada que ponerme más que la ropa con la que había viajado. Tardaron ocho días en enviar mi equipaje y, por suerte, las muestras aparecieron en el mismo lugar donde las había escondido, sin señales de haber sido manipuladas ni mezcladas.

Yo ya conocía Tandil, había estado allí dos años atrás cuando realicé las prácticas profesionales de geología. En el laboratorio de magnetismo ambiental del Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS) aprendí las primeras ideas de magnetismo ambiental con el que ha sido dos veces mi director, Marcos Chaparro. De modo que yo no iba en ceros, había gente que ya conocía y amigos con los que me volvería a encontrar.

Llegué a vivir en la misma casa de la vez pasada, Chacabuco 15, al frente de un parque bonito. Eva, una señora de ascendencia danesa, me rentaba una parte de su casa

“El trabajo de laboratorio tiene sus cosas. Algunos piensan que es monótono y que no pasa nada, pero justo al intervenir las muestras fue cuando sentí las mejores emociones de la investigación”.



En el laboratorio del IFAS, en Tandil, insertando una muestra en el magnetizador de campos alternos AFM. Foto cortesía Daniela Mejía.

parcialmente independiente en la que yo tenía cocina, baño y una litera para dormir. Digo parcial porque compartíamos la entrada y los muros eran tan delgados que podíamos escuchar las cosas que hacíamos sin ningún esfuerzo.

Cuando salía para el laboratorio, Eva hacía como que sacaba la basura, nos encontrábamos en la reja y aprovechábamos para conversar. Detrás de ella siempre estaba Capitán, un perrito que había recogido de la calle. Él se despedía también, aunque más efusivo que Eva.

El trabajo de laboratorio tiene sus cosas. Algunos piensan que es monótono y que no pasa nada, pero justo al intervenir las muestras fue cuando sentí las mejores emociones de la investigación. Todo consistía en pasar las plantas por una serie de instrumentos que las van magnetizando, y luego medir ese estímulo en un magnetómetro de pulso. Son procedimientos relativamente sencillos que al principio requieren de mucha atención, pero que con el tiempo se vuelven mecánicos.

La emoción está en ir adquiriendo datos que le dan a uno idea de lo que pasa en el área de investigación; recordaba cada sitio donde había colectado una muestra y de forma muy espontánea sentía curiosidad sobre lo que iba apareciendo en cada medición. “No puede ser que en ese lugar dé valores tan altos de susceptibilidad”, pensaba con sorpresa.

Así fui avanzando hasta que un día el magnetizador de campos alternos dejó de funcionar, de la nada. Llevaba unas 20 muestras cuando me dijeron que ya no lo podía utilizar. Al parecer el sistema de ventilación no era eficiente y se sobrecalentó. Tardaron como un mes en repararlo y mi estancia, que iba ser de tres meses, se tuvo que alargar.

EL DISFRUTE DEL PAISAJE

Los meses de más que tuve que quedarme en Argentina no fueron ninguna mala noticia. Por el contrario, resultaron muy provechosos para el desarrollo de la investigación. Con tiempo de sobra pude realizar todos los procedimientos que tenía planeados y de manera extra incluimos un análisis multivariado que se realizó en colaboración con un investigador de Mar del Plata.

Para aprender sobre esta metodología tuve que viajar un par de veces a la Universidad de Mar del Plata, donde me reunía con Mauro (el investigador), para ponerlo en contexto sobre los datos que estábamos trabajando.

Con sinceridad puedo decir que la modelación matemática no se me daba para nada, pero con mucho entusiasmo hacía el viaje a esa hermosa ciudad porteña. La causa era el trayecto de dos horas en bus de Tandil a Mardel (como dirían allá), en el cual se divisaban hermosos paisajes tallados sobre unas pequeñas colinas, sierras de aproximadamente 2200 millones de años, nada más y nada menos que las rocas más viejas de Argentina.

Ese camino me gustaba mucho, era un contraste entre lo que veía y mis recuerdos; por un lado —en mi mente—, las verdes montañas de los Andes colombianos, altas y en crecimiento. Por el otro, las colinas de roca descubierta, aplastadas y disminuidas por el pasar del tiempo... la erosión.

Después de una buena divisada llegaba a la terminal de Mar del Plata, ciudad que también disfrutaba mucho. Justo al frente de la parada había una tienda de empanadas, mis favoritas.



Para la recolección de las muestras, cada planta se arrancaba totalmente usando guantes de látex que se desechaban una vez terminaba el proceso. La foto es del primer día de muestreo en el municipio de Itagüí. Foto cortesía Daniela Mejía.

“Fue inesperado encontrar lugares con índices de contaminación muy altos, como fue el caso del barrio El Poblado y algunas zonas industriales de Itagüí y Girardota”.

HALLAZGOS IMPORTANTES

La investigación se fue enriqueciendo a medida que pasaba más tiempo en Tandil. Al final conseguimos dinero para el análisis químico de un porcentaje de muestras que enviamos a un laboratorio ubicado en Bahía Blanca, otra ciudad al sur de la provincia de Buenos Aires. Lo hicimos con la intención de determinar la concentración de elementos que en ciertas cantidades se consideran contaminantes y así correlacionar los parámetros magnéticos con una medida de concentración.

Esta serie de datos daba un panorama muy interesante sobre el material particulado que circula por el Valle de Aburrá, especialmente porque la correlación directa de los datos magnéticos con los químicos era un indicador de que las técnicas de magnetismo —las cuales son mucho más baratas que los análisis químicos— eran apropiadas para monitorear la calidad del aire en zonas donde llueve mucho.

Esto fue un hallazgo muy importante porque el biomuestreo magnético hasta el momento solo había sido aplicado en regiones más secas y, por lo tanto, no se sabía con certeza si en el Valle de Aburrá iba a funcionar.

Con una cantidad satisfactoria de datos y mediciones ya estaba todo listo para dejar el laboratorio en Tandil. Habían pasado aproximadamente seis meses desde que llegué y de un modo inadvertido la investigación había crecido hasta alcanzar una especie de madurez. No quería dejar Tandil, aunque sabía que el regreso a Medellín era inevitable.

Sin embargo, faltaba algo importante para concluir la investigación. En todo ese tiempo había investigado partículas tan pequeñas que no las podía percibir más que a través de las mediciones magnéticas. No teníamos una referencia visual de lo que tenían las plantas y para llegar a mejores conclusiones era indispensable

observar los contaminantes por medio de herramientas especializadas.

De forma espontánea —como mucha parte de lo que fue la investigación—, decidí con mis tutores que antes de regresar era conveniente pasar algunas muestras por el microscopio electrónico. Esto implicó una parada más antes de regresar a Medellín y prolongó un mes más el tiempo de viaje. La próxima estación sería el campus de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en la ciudad de Querétaro.

UN INUSUAL MAPA DE MEDELLÍN

En la Ciudad de México el primer reto fue convencer al personal de migración que no era una delincuente que ingresaba con fachada de investigadora y que las intenciones educativas eran reales. A pesar del tiempo que estuve esperando que me dejaran entrar y aún con el maltrato característico de los agentes, me sentía muy emocionada de estar allí, pues era la primera vez que visitaba México y tenía muchas expectativas culturales al respecto.

Pasé unas semanas en el CGEO Juriquilla y finalmente completé los análisis de la investigación. Allí me facilitaron el microscopio electrónico con el que capturamos imágenes de las partículas magnéticas que estábamos investigando. Las fotografías eran muy sorprendentes, pues se veía el material particulado agrupado en ciertos puntos de la planta —cosa que no se alcanza a percibir a simple vista— y con formas muy llamativas.

Marina, la mujer encargada de manipular el equipo, tenía mucha experiencia con este tipo de muestras, así que me ayudaba a encontrar la mayor variedad posible de partículas y en ciertas ocasiones —cuando alguna nos llamaba la



Este fue el último día de Daniela en Tandil. Posa después de recolectar una pequeña muestra para el recuerdo. En el fondo, las sierras de la región. Foto cortesía Daniela Mejía.

“La investigación sirvió para plantear un mapa de calidad del aire obtenido a través de técnicas poco convencionales de bajo costo, utilizando plantas que podríamos decir ‘se alimentan del aire’.”

atención— analizaba sus principales componentes químicos a través del espectrómetro de energía dispersiva (EDS).

Con las imágenes listas y un par de mediciones magnéticas más había culminado mi travesía investigativa. Regresé a Colombia no sin antes visitar algunos de esos pueblitos mágicos donde se divisan paisajes excepcionales, volcancitos pequeños a lo largo de la carretera (viejos e inactivos) y uno que otro que “acaba de nacer”.

En Medellín, ya con todos los resultados a la mano, comencé a analizar los datos de una manera integral para preparar el informe que sería mi tesis. Fue inesperado encontrar lugares con índices de contaminación muy altos, como fue el caso del barrio El Poblado y algunas zonas industriales de Itagüí y Girardota. Finalmente, la investigación sirvió para plantear un mapa de calidad del aire obtenido a través de técnicas poco convencionales de bajo costo, utilizando plantas que podríamos decir “se alimentan del aire”.

Estas conclusiones solo fueron posibles después de muchos kilómetros recorridos, que comenzaron a contar desde que se colectó la primera planta y fueron aumentando en cada laboratorio visitado. Sin lugar a dudas, la investigación no habría alcanzado tal robustez sin la colaboración de los diferentes investigadores que, desde su especialidad, ayudaron a conocer más sobre las pequeñas partículas que se esconden en una planta denominada *Tillandsia*. ■