

# PESQUISA Javeriana

PUBLICACIÓN DE  
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA  
Y TECNOLÓGICA

NÚMERO 59 ■ MARZO - MAYO DE 2022 ■ ISSN: 1909-8715

Conocimiento  
científico  
y popular  
encapsulado





**Rector**

Jorge Humberto Peláez Piedrahita, S. J.

**Rector de la seccional Cali**

Luis Felipe Gómez Restrepo, S. J.

**Vicerrectora de Investigación**

Astrid Liliana Sánchez-Mejía

**Vicerrector Académico**

Luis David Prieto Martínez

**Vicerrectora de Extensión  
y Relaciones Interinstitucionales**

María Adelaida Farah Quijano

**Vicerrector del Medio Universitario**

Libardo Valderrama Centeno, S. J.

**Vicerrectora Administrativa**

Catalina Martínez de Roza

**Secretario General**

Jairo Humberto Cifuentes Madrid

**PESQUISA JAVERIANA**

Publicación de divulgación científica y tecnológica

Pontificia Universidad Javeriana

ISSN 1909-8715

Número 59 - año 16

Marzo - mayo de 2022

pesquisa@javeriana.edu.co

Vicerrectoría de Investigación

Carrera 7.ª n.º 40-62, piso 4. Bogotá, D. C.

[www.javeriana.edu.co/pesquisa](http://www.javeriana.edu.co/pesquisa)

**Comité editorial**

Fanny Almario Mayor, Marcela Arrivillaga Quintero, Juan Carlos Cobo Gómez, Karen Corredor Páez, Tania Catalina Delgado Barón, Juan Pablo Delgado Castro, Diana Díaz Alvarado, Adriana Díaz, Diana Victoria Fernández Ramírez, Lisbeth Fog Corradine, Karen González Peña, Gonzalo Hernández Jiménez, Nicolás Martínez Durán, Claudia Marcela Mejía Ramírez, Nicolás Morales Thomas, María Fernanda Patiño, Luis Miguel Renjifo Martínez, Marcel Camilo Roa Rodríguez, Daniel Sebastián Zamora Quiroga.

**Editora general**

Lisbeth Fog Corradine

**Productora ejecutiva**

Claudia Marcela Mejía Ramírez

**Asistente editorial**

Karen Corredor Paez

**Corrección de estilo**

Sebastián Montero Vallejo

**Editor gráfico**

Nicolás Martínez Durán

**Diseño y diagramación**

Camila Mejía Valencia

**Ilustración de portada**

Jorge Tukan

**Producción editorial**

Editorial Pontificia Universidad Javeriana

**Preprensa e impresión**

Comunican S. A.

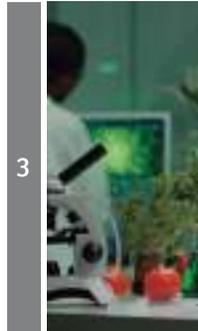
**Distribución**

*El Espectador*

PESQUISA JAVERIANA es una publicación de la Pontificia Universidad Javeriana, sedes Bogotá y Cali. Los artículos firmados no expresan necesariamente la opinión de la Universidad.

**SE PERMITE LA REPRODUCCIÓN DE LOS ARTÍCULOS, SIEMPRE Y CUANDO SE CITE LA FUENTE.**

# CONTENIDO



3

**EDITORIAL**

**La posta de la investigación javeriana para una transformación de país**

Por Luis Miguel Renjifo Martínez / Astrid Liliana Sánchez-Mejía, vicerrectores de investigación Pontificia Universidad Javeriana  
Fotografía: Shutterstock



4

**HUELLAS**

**Concepción Puerta Bula: la vida entre pipetas y tubos de ensayo**

Aunque la científica Concepción Puerta Bula ha estudiado la enfermedad de Chagas por más de treinta años, dice que su mayor legado es haber "dejado escuela".

Por Juan Sebastián Salazar Piedrahita



8

**Portada  
INFORME ESPECIAL - INNOVACIÓN**

**Conocimiento científico y popular encapsulado**

Saber tradicional + 13 años de investigación + 13 patentes + una *spin-off* + estudios clínicos = píldora que disminuye la inflamación en enfermedades respiratorias como la COVID-19.

Por Paula Andrea Grisales Naranjo



11

**PAISAJES CIENTÍFICOS  
Micorrizas:  
hongos que alimentan plantas**

Hongos subterráneos en raíces y hojarasca nutren plantas y apoyan su crecimiento. La vida bajo tierra en los cafetales colombianos.

Por Lisbeth Fog Corradine



14

**CIENCIA Y SOCIEDAD  
Vivienda social en Bogotá: una política en el aire**

En Bogotá la política para satisfacer la demanda de vivienda parece andar más por inercia que por un plan estratégico.

Por Miguel Martínez Delgado



16

**INVESTIGAR EL PAÍS  
Cuidar al otro: la prosocialidad en tiempos de pandemia**

Quienes actúan pensando en el bienestar de los demás aceptan mejor las restricciones de la pandemia, pero presentan mayores indicadores de estrés.

Por Daniel Zamora Quiroga



18

**JAVERIANA CALI  
INVESTIGA  
Matemáticas para enfrentar los desastres**

Modelo matemático reduciría tiempos de respuesta, optimizaría las redes humanitarias y preservaría la vida en medio de desastres a causa de fenómenos naturales.

Por María Camila Botero Castro

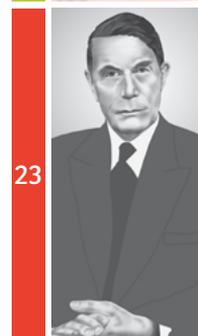


20

**CIENCIA PROFUNDA  
El dolor de quien presencia el dolor ajeno**

El dolor del personal de salud, silente y reprimido ante el sufrimiento y la muerte de sus pacientes.

Por Amira Abultaif Kadamani



23

**NOVEDADES EDITORIALES  
Los errores innatos del metabolismo: una ventana hacia lo desconocido**

Por Álvaro David Urrea Ramírez

## LA POSTA DE LA INVESTIGACIÓN JAVERIANA PARA UNA TRANSFORMACIÓN DE PAÍS

La investigación javeriana surgió espontáneamente en diferentes facultades de la universidad hacia los años 80; en los 90, la apuesta institucional se orientó a estructurar mecanismos para registrar y apoyar las actividades investigativas con la creación de la Oficina de Fomento a la Investigación en la Vicerrectoría Académica; y en 2012, se creó la Vicerrectoría de Investigación (VRI), allí se fortaleció un marco normativo para la gestión de la investigación, la innovación y la creación de los profesores. Una serie de pasos fundamentales para contar en la actualidad con una productividad intelectual diversa, prolífica y pertinente en el contexto del país y que apueste por trascender las fronteras del conocimiento.

Esa fue la posta que recibí. Entre 2016 y 2022, han sido muchos los logros alcanzados de la comunidad universitaria, de los cuales resaltaría algunos como su crecimiento (se triplicó) y la diversificación de la financiación para la actividad científica; el fortalecimiento de capacidades en la VRI y en las unidades tanto administrativas como académicas para la formulación y ejecución de proyectos; se construyeron y promulgaron el Reglamento del Profesorado y el Marco para la Valoración de la Trayectoria Académica de los profesores tanto de planta como clínicos (MVTA). Hemos mejorado nuestro posicionamiento en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación a través del modelo de medición de Minciencias: hoy tenemos 109 grupos de investigación, de los cuales 72 (66%) se encuentran en las categorías más altas.

Así mismo, la Dirección de Innovación fue reconocida por Minciencias como una Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI); se creó el Centro Javeriano de Emprendimiento (CJE); la VRI lideró la concepción y estructuración del sistema de gestión y posicionamiento de las actividades académicas de la universidad; se fortaleció significativamente la revista *Pesquisa Javeriana* como medio de divulgación del nuevo conocimiento javeriano y, en su versión web, pasamos de 68.000 visitas en 2016 a 3.330.000 en 2021.

Es preciso señalar que los logros mencionados son de la universidad como un todo, en alguna medida liderados o facilitados por la VRI. Espero que esa siembra nutra la cosecha para continuar el rumbo hacia una generación de conocimiento que responda al compromiso innato que tenemos con la ecología integral, el desarrollo sostenible y la construcción de una sociedad más justa y fraterna. Muchos éxitos a la nueva vicerrectora, Lilibiana Sánchez, cuyo trabajo, sin duda, amplificará lo construido como lo intentamos hacer sus antecesores.

**LUIS MIGUEL RENJIFO MARTÍNEZ**

Vicerrector de Investigación, 2016-2022  
Pontificia Universidad Javeriana

Recibo la posta para acompañar como vicerrectora de Investigación a esta extraordinaria comunidad académica, en un momento en el que se han alcanzado los importantes logros que ha resaltado Luis Miguel. Por estos resultados, merecen un reconocimiento quienes me han precedido por su liderazgo y trabajo incansable.

Asumo este nuevo servicio con tres grandes desafíos en el marco de la misión e identidad de la Pontificia Universidad Javeriana: fomentar una investigación que se adapte a las nuevas exigencias y realidades del país y del mundo, que esté comprometida con la sociedad y la justicia y que trascienda fronteras.

La Pontificia Universidad Javeriana es un hogar de múltiples comunidades epistémicas y, precisamente, una de nuestras grandes fortalezas es la diversidad en las formas de producción de conocimiento. Esta comunidad de comunidades debe enfrentar algunos retos para adaptarse a las profundas transformaciones de la investigación que se están experimentando a nivel global: 1) lograr el fortalecimiento y la optimización de la gestión para mejorar la eficiencia y la articulación alrededor de unos objetivos comunes; 2) impulsar las diferentes formas de impacto más allá de la academia (en los campos cultural, social, ambiental y tecnológico, entre otros); y 3) reflexionar sobre los sistemas de metas, medición e incentivos para incluir métricas

alternativas y otras metodologías con una aproximación más comprehensiva.

De otro lado, no podemos ser ajenos a los problemas que enfrentamos como sociedad por la pandemia, los conflictos y las polarizaciones, el cambio climático, y los sueños rotos, en términos del papa Francisco, causados por las injusticias, inequidades y violencias. En este contexto, también existen grandes oportunidades y esperanza. La Javeriana tiene una función y un papel muy importantes debido a su compromiso con la ecología integral, el desarrollo sostenible y la construcción de una sociedad más fraterna. En ese sentido, fortaleceremos las estrategias para promover una investigación que explore los problemas de la sociedad en lo local, lo regional y lo global; que ofrezca información sólida sobre dichos problemas, y que proponga aproximaciones y soluciones innovadoras. Adicionalmente, buscaremos fortalecer el círculo virtuoso entre docencia, investigación y servicio.

Por último, partimos de reconocer que la mayoría de los problemas contemporáneos no existen en compartimientos disciplinares y que, por tanto, no podrán ser resueltos por una sola persona o una institución. Por lo anterior, buscaremos potenciar la investigación que trasciende las fronteras disciplinares, académicas y nacionales. Esto significa que, a través de alianzas de la Javeriana (Sede Bogotá y Seccional Cali) con otras universidades, la sociedad civil, los sectores privado, estatal y empresarial, romperemos la cultura de los muros, como lo plantea el papa Francisco en su encíclica *Fratelli tutti*.

Para avanzar en estos grandes desafíos, podemos aprovechar los beneficios que ofrece la apuesta institucional por la transformación digital. Así mismo, nuestras estrategias de comunicación científica deben fortalecerse y multiplicarse con el fin de propiciar el uso de la investigación en beneficio de la sociedad en general, contribuir a la democratización del conocimiento y continuar con la inserción de nuestra investigación en redes nacionales e internacionales.

**ASTRID LILIANA SÁNCHEZ-MEJÍA**

Vicerrectora de Investigación  
Pontificia Universidad Javeriana


 III  
X

0

 III  
E  
E  
E  
E

# Concepción Puerta Bula:

## La vida entre pipetas y tubos de ensayo

Aunque la científica Concepción Puerta Bula ha estudiado la enfermedad de Chagas por más de treinta años –haciendo grandes aportes a su entendimiento–, ella dice que ese no es su mayor legado: lo suyo es haber “dejado escuela” y una pasión inmensa por el laboratorio.

Por Juan Sebastián Salazar Piedrahita  
Fotografías: Ricardo Pinzón  
Caricatura: Betto

**E**l principio de esta vida científica es un protozoo. Un parásito que en buena parte de su ciclo de vida parece un caballito de mar sin tantos accesorios tiernos: con una cola delgada, con una suerte de tela que aletea desde el pecho hasta la cabeza y dos círculos –uno en la barriga, otro en la cabeza–. El *Trypanosoma cruzi* es una línea gruesa que se retuerce en la sangre

de los humanos después de que un insecto pica la piel y lo introduce. Y allí se hospeda, crece y se multiplica. Esas son su forma y su vida desde hace miles de años. Así vivió en la sangre de los animales, así pasó a la nuestra desde que vivimos en zonas tropicales. Así lo vio y analizó el doctor Carlos Chagas, en 1909, cuando descubrió que causaba una enfermedad infecciosa que afectaba a cientos de personas de zonas rurales de Brasil. Así lo vio también la científica Concepción Puerta, en los años noventa.

"En el microscopio se veían muy inquietos, moviéndose a su libre albedrío, y me parecían divinos", dice, cuando recuerda sus primeros acercamientos al estudio del parásito que causa la enfermedad de Chagas. "Eran seres fascinantes".

La fascinación. Ese fue el principio de los estudios científicos de esta doctora en Ciencias Biológicas, especialista en parasitología molecular y una de las personas que más sabe sobre el chagas en Colombia y en el mundo.

Pero antes de que eso pasara hubo otro principio.

### **La casa**

Sus papás fueron químicos farmacéuticos. Santiago Rafael era profesor de la Universidad de Cartagena y Concepción del Carmen fue la primera mujer, junto con su compañera Yolanda Luján Gómez, que se graduó de Química Farmacéutica en esa institución, en 1958.

Santiago Rafael tenía un laboratorio clínico. Allí se sentaba con su bata, las gafas en la mitad de la nariz y —serio, muy serio— montaba pruebas: perfil lipídico, glucosa, creatinina, nitrógeno ureico... Y Concepción, la hija, lo veía. Por las mañanas, de vez en vez, lo acompañaba. Por las noches lo esperaba y luego se sentaban a estudiar química. Ella atendía, se quedaba dormida, él la despertaba. Juntos se fascinaban con las fórmulas, pero, la verdad, lo que más le gustaba a la hija era el laboratorio: el microscopio, la centrífuga, las pipetas y, sobre todo, los líquidos (cómo se transformaban cuando uno se juntaba con otro).

### **El laboratorio**

Concepción estudió Bacteriología en la Pontificia Universidad Javeriana. Le gustaba estar en el laboratorio y allí fue descubriendo varios encantos: la importancia de las pruebas clínicas para la salud, el razonamiento para plantear las preguntas, la habilidad manual para tratar



los objetos y hacer experimentos, la disciplina de los informes, ver todo el proceso: desde la pregunta hasta el resultado. Es decir, "tener el método científico en la cabeza", explica: "Yo nunca pensé en ser científica, pero la cosa se me fue cruzando por el camino".

### La escuela

En tercer semestre de pregrado estaba en Cartagena y sus papás le dijeron que faltara a los primeros tres días de clase para estar con ellos un fin de semana más. Cuando volvió, el profesor de Inmunología ya había hecho exámenes y conformado grupos para hacer trabajos. Concepción estuvo varios días detrás de Julio Latorre, el profesor: que por favor le diera una oportunidad para estar a la par de sus compañeros. Y fue tanta la insistencia que Latorre notó su entusiasmo: empezaron a conversar sobre la respuesta inmune y sobre cómo se defiende el cuerpo frente a los parásitos, bacterias y virus.

El profesor Latorre era muy amigo de Manuel Elkin Patarroyo, quien a finales de los años ochenta era director del Instituto

de Inmunología del Hospital San Juan de Dios, en Bogotá. Latorre le recomendó a Concepción hacer su práctica extramural allí. Y así lo hizo: desarrolló su trabajo de grado, luego hizo el rural y, al final, trabajó como profesional de química. Durante cinco años estuvo en el laboratorio estudiando la respuesta inmune de enfermedades como la malaria y, también, estudiando las proteínas de los microorganismos causantes de la lepra y la tuberculosis.

Para ese entonces, Patarroyo tenía los mejores equipos de todo el país y contaba con financiadores de todo el mundo; además, el espacio estaba lleno de arte, y, como si esto fuera poco, con premios Nobel de Física y Química que iban y venían a charlas y conferencias. El Jefe, como aún le dice Concepción a Patarroyo, les abrió universos a varios científicos jóvenes; así lo hizo con Concepción, pues, palabras más, palabras menos, la impulsó a ser científica.

**Después de 30 años investigando la enfermedad de Chagas, hoy la doctora Puerta "está en el mundo de las ideas", se distrae coloreando mandalas y pasa mucho tiempo con su familia.**

### La vida

En 1991 viajó a Granada, España, a doctorarse en Ciencias Biológicas con énfasis en Parasitología Molecular. Su tutor era Manuel Carlos López, un bioquímico que investiga enfermedades tropicales como el mal de Chagas, producido por el protozoo *Trypanosoma cruzi*.

Sí, allí Concepción se fascinó con la estructura del microorganismo. Durante su estancia hizo investigaciones para profundizar en los mecanismos genéticos que lo caracterizan. Pasó horas y horas en el laboratorio —a veces sola, a veces con su hija, Carolina, de cuatro meses de nacida, a veces junto con sus colegas—. Hizo la tesis en tres años —un año menos del tiempo normal— para volver a Colombia y estar junto a su familia.

Es una científica "desde el fondo de su tuétano", como la describe Adriana Cuéllar, actual directora del Departamento de Microbiología de la Javeriana. Por eso su vida se ha desarrollado en el laboratorio. Pero también está su familia. Su oficina tiene, además del computador, los libros y los diplomas de grado, así como retratos de su mamá, de sus hijos —Carolina y Daniel—, de su esposo, de su hermana y de todos compartiendo en Cartagena.





“A veces —sobre todo al principio— me preguntaba cuánto podía pesar mi familia en el desarrollo de mi carrera como científica”, dice. “A mí me importaba la investigación, pero no quería dejar todo por ella: por eso al terminar el doctorado renuncié al posdoctorado o a seguir trabajando en Europa”.

### La lucha

La enfermedad de Chagas aún no tiene cura. Según la Organización Mundial de la Salud hay cerca de ocho millones de personas infectadas, sobre todo en América, donde mueren 12.000 personas al año a causa de ella. La infección genera alteraciones cardíacas, digestivas o neurológicas. Es una enfermedad incapacitante y esto influye en la seguridad personal, las relaciones en familia y la generación de ingresos. El mal de Chagas es considerado como una enfermedad de la pobreza, porque afecta, sobre todo, a las personas de bajos recursos: a quienes viven en estructuras construidas en barro, en adobe o paja; a quienes no pueden acceder a sus derechos de atención en salud.

“En España yo veía el parásito en el laboratorio, pero nunca —nunca— vi un enfermo. Cuando volví a Colombia me enfrenté a ese drama”.

Desde hace unos 30 años sus trabajos se enfocan en estudiar el parásito —sus mecanismos genéticos— y, a partir de ahí, generar conocimiento para combatir la enfermedad. Concepción, junto con otros científicos, ha creado pruebas que detectan el microorganismo; también ha hecho estudios sobre la incidencia de la enfermedad en mujeres en edad reproductiva y en gestación; desarrolló una metodología que identifica nuevas moléculas del parásito para diseñar medicamentos; y ha estudiado la respuesta inmune y cómo, por ejemplo, a medida que avanza la enfermedad hay una clase particular de células que agota su capacidad de defensa.

Llegó a Colombia a mediados de los noventa y empezó a trabajar como profesora en la Javeriana, donde montó y fundó, en un espacio pequeño, con un escritorio de madera y un par de equipos, el Laboratorio de Parasitología Molecular, en 1999. Allí ha generado sus trabajos junto con estudiantes y colegas.

“Ella fue la líder innata del grupo de investigación, que nació y creció con su trabajo”, dice Cuéllar, su colega, mientras Claudia Cuervo, profesora del Departamento de Microbiología e integrante del grupo de

investigación fundado por Concepción, asegura: “Todo lo que yo aprendí en el laboratorio se lo debo a Conchita; ella me enseñó a montar experimentos, a ser ordenada, rigurosa, disciplinada, crítica... Mejor dicho, ella me enseñó a producir conocimiento, y eso es lo que ahora yo les transmito a mis estudiantes”.

\*\*\*

Concepción fue decana de la Facultad de Ciencias entre 2014 y 2021. Mientras ejercía trabajos administrativos siguió liderando sus proyectos de investigación y fue tutora de seis estudiantes de doctorado y maestría. “Casi me despeluco”, confiesa. Pero esa es otra historia —y no hay mucho espacio—.

En 2022 la profesora Concepción Puerta —Conchita— volvió a la Universidad luego de medio año sabático. Ahora tiene tres clases en el departamento y sigue publicando artículos. En su oficina también hay inciensos, velas, aceites, un rosario, una Virgen y un Jesucristo crucificado.

—¿Y vas a volver al laboratorio?

—No, yo ya dejé las pipetas y los tubos de ensayo. Ahora estoy en el mundo de las ideas... Y desde ahí seguiré aportándoles a los estudiantes y a los colegas.



# Conocimiento científico y popular encapsulado

Saber tradicional, más de 13 años de investigación, cerca de 13 patentes, una *spin-off* y estudios clínicos dan como resultado una píldora que disminuye la inflamación y aumenta la respuesta en enfermedades respiratorias como la COVID-19. Esta es la historia de un fitomedicamento con sello javeriano.

Por Paula Andrea Grisales Naranjo

Ilustración: Sako-Asko

Fotografías: Archivo particular

**A** veces dedicamos enormes esfuerzos a un propósito y luego, por las vueltas que da la vida, ocurre que obtenemos logros en algo más, logros inesperados que no habrían sido posibles sin los esfuerzos iniciales, cuando desconocíamos el giro que tomarían las cosas. Pasa en la vida y pasa también en la ciencia. Algunos lo llaman serendipia.

El tratamiento del cáncer de seno y de la leucemia a partir de extractos de dos plantas usadas en la medicina tradicional popular ha sido el objetivo de la inmunóloga Susana Fiorentino Gómez. A esto ha dedicado más de 13 años de trabajo junto con su grupo de investigación en Inmunología y Biología Celular, de la Pontificia Universidad Javeriana, con el que han obtenido importantes logros y reconocimientos.

Y cuando estaban por iniciar un estudio clínico para analizar cómo actúa uno de los extractos combinado con la quimioterapia en pacientes con cáncer de seno, estalló la pandemia de la COVID-19, lo que dio un giro a sus planes. Decidieron probar el extracto de dividivi en pacientes con coronavirus, dado que el uso tradicional de esta planta es justamente para tratar afecciones respiratorias. Los resultados fueron notables.

## Trece compuestos

Cinco de los más de 13 años de trabajo del grupo de investigación que dirige la inmunóloga Fiorentino han estado enfocados en el estudio de las semillas del árbol dividivi (*Caesalpinia spinosa*), que crece principalmente en Boyacá, en la región del alto Ricaurte. Su interés inició cuando Fiorentino descubrió el poder antiinflamatorio de la planta, pues los campesinos de Villa de Leyva (Boyacá) la

usaban para tratar la sinusitis: "Hacen infusión y la huelen, lo malo es que les daña los huesos porque es muy fuerte". Esto la llevó a pensar que podría estudiarla para tratar el cáncer, por su capacidad para modular la inflamación: "Ese efecto biológico está relacionado con una actividad de control del cáncer", explica.

Durante esos años ella y su grupo adquirieron diversos conocimientos sobre el desarrollo de un medicamento a partir de un extracto de esta planta, es decir, un fitomedicamento. Identificaron más de 13 moléculas o compuestos, los cuales trabajan en conjunto para lograr los efectos antiinflamatorios y antitumorales. El extracto de dividivi fue probado inicialmente en células tumorales y mostró que las puede matar; se testeó en modelos de cultivos 3D en los que aumentó la sensibilidad a otros quimioterapéuticos; y disminuyó los tumores en ratones con cáncer de mama; luego, fue probado en personas sanas por medio de un estudio clínico de fase 1, en quienes se identificó que era seguro.

Y cuando estaban a punto de estudiar este extracto en combinación con la quimioterapia —gracias a la financiación del Programa Paces (Ecosistema Científico)—, la pandemia reorientó las prioridades: "Ya sabíamos cómo actuaba sobre las células, sobre el sistema inmune y cómo regulaba la inflamación pulmonar". Ahí nació el estudio de fase 2 para probar el fitomedicamento en pacientes con COVID-19, el cual fue aprobado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), y financiado por la convocatoria Mincienciatón.

## Extracto versus placebo

Luego de diseñar protocolos de investigación muy rigurosos, inició el experimento. Durante 28 días cada una de las 91 personas que aceptaron ser parte del estudio clínico fueron observadas y evaluadas desde 150 parámetros. Al azar, 44

pacientes recibieron el fitomedicamento durante 14 días —una cápsula cada 12 horas—, mientras otros 46 tomaron un placebo. "Fue un proceso retador, porque al inicio de la pandemia muchos pacientes estaban prevenidos debido a la desinformación", explica la doctora María Margarita Manrique Andrade, directora de la Oficina de Investigaciones del Hospital Universitario San Ignacio, uno de los centros donde se realizó el estudio.

Tras resolver las dificultades en el reclutamiento, los diversos análisis arrojaron hallazgos sorprendentes. El más notable indicó que quienes tomaron la cápsula con extracto de dividivi presentaron una media de 7,395 días de estancia hospitalaria, frente a 9,581 días para el grupo placebo, es decir, 2,186 días menos. Esto significa que quienes tomaron el extracto de dividivi salieron dos días y medio más rápido del hospital, es decir, se recuperaron más pronto.

La investigadora explica que esto ocurrió, entre otras cosas, por dos efectos clave: el fitomedicamento disminuyó la replicación viral debido a que aumenta la limpieza intracelular, y también disminuyó la inflamación porque moduló la respuesta inmune que trae como consecuencia el daño del pulmón. Pero ¿cómo ocurre esto?

## El universo de las células

Para comprender la replicación viral hay que entender cómo actúan normalmente las células. Ellas son como un pequeño ser vivo que respira y hace diferentes actividades. Por ejemplo, se defienden cuando detectan que algo extraño ingresó dentro de ellas, en cuyo caso lo atrapan en una especie de bolsa o vesícula y luego lo expulsan. Pero el virus impide que ellas hagan este proceso de limpieza, llamado autofagia, por lo que el virus logra replicarse hasta romper las células para luego salir e infectar a otras. Lo que hizo el extracto fue aumentar la autofagia de las células y así se disminuyó la replicación viral.



Por otro lado, la inflamación se relaciona con los mensajes que emiten y reciben las células. Ellas se comunican con señales y actúan. Tienen receptores en la membrana celular a través de los cuales reciben señales, como "debo cambiar mi ruta", "debo dividirme", "debo morir", etcétera. En este caso, unas moléculas llamadas polifenoles, presentes en el fitomedicamento, llegan a las células en el pulmón y les dan el mensaje de no exagerar la respuesta inmune, es decir, no producir citoquinas proinflamatorias; es como si les dijeran: "Sí, estamos en una batalla aquí con este virus, pero vamos a calmarnos, no hay que llamar a todo el ejército, es una trampa".

"En una agresión producida por el virus llega toda la respuesta inmune a sanar el pulmón, pero, como aún está el virus, la respuesta inmune no sana, sino que aumenta el daño pulmonar. El virus induce una respuesta exacerbada, el sistema inmune se asusta", explica la doctora Fiorentino, y agrega: "El fitomedicamento les da señales a las células de la respuesta inmune para decirles que esa ruta de señalización no se puede activar porque de lo contrario se va a dañar el pulmón; se disminuye lo que se llama la 'translocación del factor NF-kB', una proteína que va al núcleo y da la señal de producir las citoquinas proinflamatorias. El fitomedicamento disminuye esas señales".

"Fue una labor muy dura, contactar personas que estaban en ese momento tan crítico, con una enfermedad que hasta ahora estábamos aprendiendo a manejar... Tuvimos muchas situaciones humanas difíciles, pero

también hubo familias que estuvieron muy agradecidas, porque tuvieron la posibilidad de entrar al ensayo clínico y tener, dentro de ese lanzar la moneda, una probabilidad de acceder a una terapia que podría ser probada como eficaz", reflexiona la doctora Margarita Manrique.

### DreemBio, referente de transferencia de conocimiento

Si bien para la academia es fundamental sintetizar los hallazgos de investigación en artículos científicos, libros o capítulos de libros, hay un reto aún mayor: lograr que el conocimiento producido llegue efectivamente a la sociedad. La investigadora Susana Fiorentino tenía esto claro desde hace años y, tras explorar varios caminos, fundó DreemBio, una empresa de base tecnológica que basa su actividad en el conocimiento producido desde la universidad, es decir, es una *spin-off*.

DreemBio será la responsable de poner la preparación farmacéutica con base en plantas al alcance de todos. La investigadora y su equipo ya entregaron al Invima el dossier farmacéutico para tramitar la aprobación de su uso comercial. Su nombre será CS-Inmunolung: CS son las iniciales del nombre científico del dividivi, *Caesalpinia spinosa*, e Inmunolung se debe a que es inmunomodulador en el pulmón. "Es la primera vez que el Invima recibe un documento de estos, porque es la primera vez en Colombia que se hace un desarrollo desde cero hasta llegar al frasco con las pastillas", indica la investigadora.

Sobre este tema, Fiorentino recuerda que no ha sido un camino fácil, pero luego de negociaciones entre la Javeriana y DreemBio, finalmente se transfirieron las patentes a la empresa a cambio de regalías y de la posibilidad de trabajos conjuntos. "Ha sido un camino que ha labrado la doctora Susana, en donde otros investigadores ven que sí se puede hacer buena investigación, protegerla a través de patentes y transferir para crear empresa", expone Mario Andrés Ortega Mendoza, abogado experto en propiedad intelectual.

Desde varios puntos de vista, este caso de investigación básica y de transferencia de conocimiento a través de una *spin-off* es un hito para el país, y marca un camino a seguir para la Javeriana y para otras universidades. Es un referente de la forma en que, como sociedad, se debe dar el paso hacia iniciativas que logren poner el conocimiento fuera de las aulas y laboratorios para aportar soluciones y, como en el caso de esta cápsula de extracto de dividivi, salvar vidas.

Para leer más:

▪ <https://dreembio.com/>

---

#### TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

Eficacia y seguridad del extracto P2Et en el tratamiento coadyuvante en pacientes con COVID-19

---

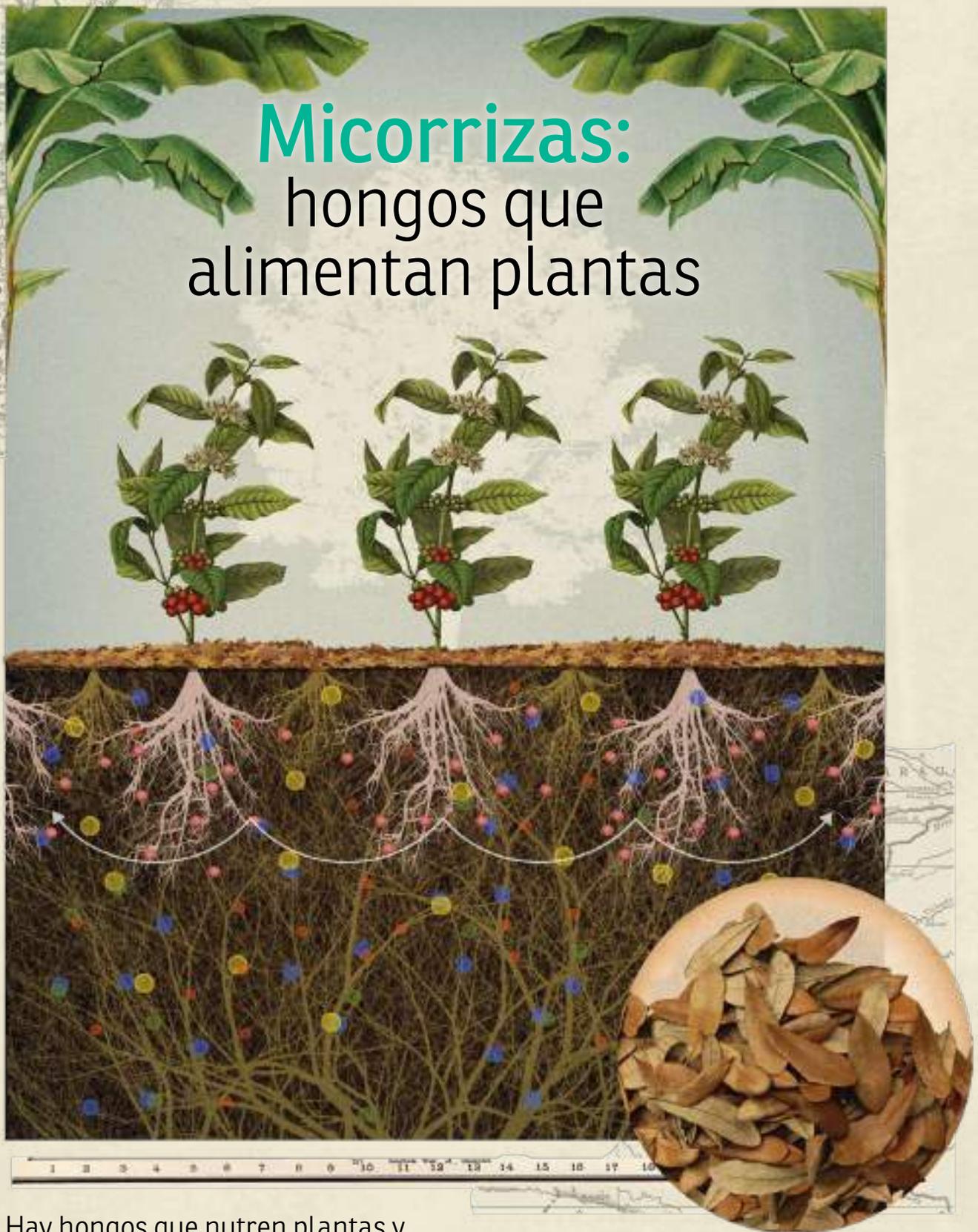
INVESTIGADORES: Susana Fiorentino, Ángel Alberto García, Alfonso Barreto, Claudia Uruña, Sandra Quijano, Alejandra Gómez Cadena, Ricardo Ballesteros *et al.*

---

PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN: 2020-2021

---

# Micorrizas: hongos que alimentan plantas



Hay hongos que nutren plantas y apoyan su crecimiento, pues están presentes no solo en las raíces, sino en la hojarasca que las rodea. Una investigación javeriana muestra cómo se vive ese proceso en los suelos de los cafetales.

**H**ay unas criaturas que se esconden bajo tierra y conquistan las raíces de plantas como el café. No para causarles daño. Por el contrario, su presencia es favorable para el cafeto, porque gracias a ellas adquieren su alimento para crecer.

Se llaman hongos de micorriza, y si hablaran le dirían a la raíz: "Yo te ofrezco fósforo y nitrógeno, a cambio necesito tu carbono". Son tan versátiles que se van esparciendo por el suelo, unos centímetros bajo nuestros pies, buscando raíces para empezar el trueque; son tan discretos que en las plantas no llegan sino a la puerta de entrada, a la raíz, allí depositan los nutrientes, toman su carbono y así pasan su vida. Es la planta la que, al recibir fósforo y nitrógeno, pero también, aunque en menor cantidad, potasio y cobre, se encarga de repartirlos por sus venas hasta la última hoja de sus ramas. Y tan generosos son estos hongos que no solo llegan a acuerdos con esas raíces, sus principales socios, sino que buscan otros componentes del suelo, como la hojarasca, donde pueden aumentar la actividad de otros microorganismos y modular el proceso de descomposición. De la hojarasca también pueden tomar nutrientes, pero no el carbono.

La clave del trabajo que durante años han llevado a cabo los profesores javerianos Emma Lucía Rivera y Eduardo Guerrero en el bosque alto-andino, y ahora Lucía Ana Díaz en la Zona Cafetera, es involucrar el papel de la hojarasca en esa simbiosis entre el hongo y la raíz de la planta, porque, por una observación casual, tuvieron el pálpito de que esa hojarasca en descomposición, que en los cultivos de café arábigo proviene principalmente del plátano o del guamo que crecen a su lado, sería una fuente más apetecida por los hongos de micorriza para obtener esos nutrientes y transferirlos a la planta.

Así que, si usted tiene cultivos o le gusta jardinear, primera lección: no quite la hojarasca que se está descomponiendo alrededor de su planta favorita. "Se debe remover cuando en ella están presentes agentes causales de enfermedad en los cultivos", recomienda Díaz. De no ser así, en diferentes momentos de su descomposición cumple una función importante en ese universo que se mueve bajo tierra, que no vemos, pero que está allí cumpliendo un papel en la vida de la

naturaleza. Porque la naturaleza también se encuentra en las profundidades, subterránea, y muchas veces puede ser tan o más bonita que la más bella orquídea.

"Lejos estábamos de imaginarnos la importancia que tiene esa capa orgánica", recuerda la microbióloga Díaz, pues encontraron que "los hongos que forman micorriza, además de colonizar la raíz y el suelo, pueden colonizar la hojarasca".



## Camino a San Francisco, Cundinamarca

La profesora Díaz y su grupo han buscado micorrizas por diferentes departamentos colombianos. "Muchas plantas, como el café, dependen de estos hongos para adquirir sus nutrientes; son plantas micótrofas", o sea, que tienen una relación en la que tanto planta como hongo se benefician.

Esto es aún más importante en un país donde, según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, más de 540.000 familias en más de 600 municipios y 23 departamentos cafeteros derivan su sustento directamente de la producción del grano, y más de dos millones de personas lo hacen indirectamente.

## Los hongos de micorriza actúan como un vagón que transporta nutrientes entre la hojarasca y las raíces de las plantas.

Así que en una finca cafetera de San Francisco armaron su laboratorio en un ecosistema agrícola cafetero, dividiéndolo en tres parcelas, una de ellas con manejo orgánico, otra con manejo químico o convencional, y la tercera con manejo combinado. En las tres recolectaron hojarasca y raíces con sumo cuidado en cuadrantes de 20 centímetros, abarcando el grosor de la hojarasca superficial, y unos 15 centímetros debajo del nivel del suelo, teniendo en cuenta una distancia del tronco del cafeto de máximo 20 centímetros y diferentes estados de descomposición de la hojarasca. Y allí podían encontrar de todo. "Cuando uno empieza a manipular eso, en esa maraña, hay raíces de los árboles, hay fauna", recuerda Díaz. "Además huele delicioso...", lo dice alguien que no solo trabaja en ello, sino que le apasiona.

Pero los nutrientes derivados de la materia orgánica rápidamente se mezclan con el suelo, y quedan difícilmente disponibles para las plantas. Se necesita una vía que los lleve a sus raíces, y allí entran las micorrizas a jugar el papel de vagón que las transporta.

De manera que luego, en el laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, adaptaron diferentes técnicas para obtener respuestas. "En la hojarasca y en las raíces encontramos hongos, pero nosotros queríamos estar seguros de que estábamos

hablando de hongos que pudieran formar micorriza arbuscular, que se caracteriza por tener unas estructuras muy particulares porque parecen arbolitos", explica Díaz. "Estos arbusculos solo los forman en las raíces; en la hojarasca vemos estructuras como el micelio, que es el cuerpo del hongo, cuya forma es diferente a la de los demás hongos conocidos hasta el momento".

Lo cierto es que encontraron hongos de micorriza y otros hongos en la hojarasca que se acumula sobre el suelo y que los productores dejan descomponer naturalmente. ¿Cuáles? "Se debe tener en cuenta que esta práctica puede conllevar a la aparición de

problemas fitosanitarios si no se realiza un adecuado manejo", de acuerdo con la fitopatóloga y vicerrectora de investigación de la Universidad de los Andes, Silvia Restrepo, "ya que la capa de hojarasca puede funcionar como un reservorio de patógenos de plantas".

El grupo de investigación liderado por Díaz se aseguró de que las muestras provinieran de plantas completamente sanas. "¿Puede un hongo diferente estar haciendo algún tipo de daño?", se preguntaban los investigadores, y la respuesta fue: "Sí, pero no era de impacto en el estado fitosanitario de la planta".

### El aporte al conocimiento

Hubo datos que les sorprendieron. En términos de estructuras, vieron unas formas de colonización distintas, como una ramificación muy profusa del hongo antes de colonizar la raíz. "En términos de descripción, había varias cosas que no esperábamos encontrar. Por ejemplo, este hongo de micorriza en ocasiones forma unos cordones de micelio afuera de la raíz. En nuestro caso se presentó con relativa frecuencia, pero únicamente en aquellos cafetales manejados bajo esquemas orgánicos", dice Díaz.

Y es que el micelio del hongo —recuerde cuando se descompone una fruta en su cocina y se forma una especie de espuma blanca—, en el caso de los hongos de micorriza arbuscular, no es tan abundante y

además es poco perceptible a simple vista. Con técnicas de laboratorio y vistos a través del microscopio, lograron que los cordones de micelio de estos hongos salieran de la raíz o de la hojarasca y se buscaran entre sí. "Y vimos que efectivamente sí ocurría, pero eran unas estructuras muy delgadas que debían ser evidenciadas bajo estereoscopio".

El micelio del hongo, entonces, es como el motor del proceso. Es el canal a través del cual se mueven los nutrientes entre la hojarasca y las raíces de la planta, y además le sirve al hongo para colonizar y lograr que la simbiosis ocurra.

Si la micorriza es fundamental para proveer de nutrientes a las plantas, ¿uno podría empaquetar la micorriza y venderla? "Es un fenómeno muy común en la naturaleza, en ecosistemas y agroecosistemas", responde Díaz. "La idea es dejar la hojarasca donde está, dado que es buena porque sirve de fuente de hongos de micorrizas. Y esa hojarasca es aún mejor cuando la estamos incorporando al manejo orgánico de un agroecosistema", remata.

Pero aún son necesarios más estudios para poder confirmar lo encontrado. Por ejemplo, falta identificar con exactitud los hongos de micorriza para conocer su diversidad en los diferentes cultivos estudiados. Eso "sería muy interesante de tener en cuenta, especialmente cuando el estudio sugiere que la presencia de micorrizas depende de la composición de árboles asociados al cultivo", opinan Restrepo y su colega Martha Cárdenas, de Uniandes.

### Para leer más:

- Díaz Ariza, L.A., Rivera, E.L. y Sánchez, N. (2021). Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in leaf litter and roots of shaded coffee plantations under organic and conventional management. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 45. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20200110>

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** Presencia de estructuras características de micorriza arbuscular en hojarasca. ¿Es un fenómeno común en la naturaleza?

**INVESTIGADORA PRINCIPAL:** Emma Lucía Rivera  
**COINVESTIGADORA:** Lucía Ana Díaz

Departamento de Biología  
Facultad de Ciencias  
Pontificia Universidad Javeriana

**PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN:** 1998-actualmente



# Vivienda social en Bogotá: una política en el aire

Uno de los grandes retos para las ciudades es responder a la demanda de vivienda. En Bogotá, según una investigación javeriana, la política para satisfacerla parece andar más por inercia que por un plan estratégico.

Por Miguel Martínez Delgadillo  
Fotografías: Shutterstock, Miguel Martínez

**A**driana es madre cabeza de hogar y vive con sus tres hijos en Ciudad Bolívar, Bogotá, muy cerca al límite con Soacha. Comparte la misma casa con otras tres familias, distribuidas en dos apartamentos y una pieza. En total, trece personas conviven en una casa de cuatro pisos, tres metros de ancho y diez de largo.

Este no es un caso aislado. De acuerdo con Olga Lucía Ceballos, profesora del Departamento de Arquitectura de la Pontificia Universidad Javeriana, quien ha venido estudiando la situación de la vivienda en Bogotá, durante las dos últimas décadas no ha habido una política coherente, clara, estratégica y de largo plazo en la ciudad para este tema. Estas iniciativas dependen del alcalde de

turno, que en cuatro años tiene que mostrar resultados tangibles, por lo que no hay una planificación a largo plazo para enfrentar el déficit de vivienda. En general, las familias de bajos ingresos son las más afectadas.

## Una política que se mueve por inercia

Más que ser un proceso ordenado, planificado y estratégico, su investigación evidencia que la construcción de vivienda en la capital se ha fundamentado en dos modelos principales. El primero se basa en la experiencia que tuvo Chile en los años setenta. Allí se generó un modelo en el que el sector público dejaba de asumir la producción, y se enfocaba en financiar parcialmente el desarrollo de unidades de bajo costo construidas por privados. Dicho modelo se denominó 'subsidio a la demanda'.

El segundo consiste en legalizar los barrios de origen informal y adelantar en ellos

programas de mejoramiento. En esta modalidad, se mejora la infraestructura que han hecho las personas por sus propios medios, mediante la pavimentación de las calles, la extensión de redes de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica, así como con la entrega de los títulos de propiedad de las viviendas. Así fue como se estableció el barrio donde vive Adriana hace unos quince años.

Dice Ceballos que, si bien estos dos modelos han funcionado relativamente bien durante décadas, las entidades estatales no están jugando un papel determinante y propositivo en la atención efectiva al déficit de vivienda y en la consecuente planificación del ordenamiento territorial. "No son las autoridades nacionales ni regionales las que están promoviendo y creando los proyectos de vivienda. El Estado regula el mercado mediante el subsidio a la demanda, pero no



hay claridad frente a planes estratégicos que apunten a solucionar la penuria habitacional de los hogares pobres". El hecho de que la promoción de proyectos de vivienda dependa principalmente del sector privado ha incidido en un crecimiento de la ciudad aleatorio, desarticulado y desordenado.

### Un sector altamente informal

Dice el estudio que es una situación preocupante, porque la capacidad de los privados no es suficiente para cubrir la demanda. Por ello muchas familias, especialmente en barrios de periferia, encuentran una alternativa en la informalidad. Según datos de la Secretaría Distrital de Planeación, anualmente se forman cerca de 55.000 nuevos hogares en la ciudad, para los cuales, y según cifras del distrito, el mercado formal oferta un promedio de 30.000 unidades de vivienda al año y el sector informal aporta cerca de 20.000 unidades.

"Cuando recorremos los barrios de origen informal en Ciudad Bolívar, como Caracolí, Potosí y Santa Viviana, vemos cómo sus habitantes van construyendo tercer, cuarto y hasta quinto piso para generar unidades para alquilar. Los barrios se están densificando y, en la mayoría de los casos, en condiciones constructivas con muchos riesgos que no cumplen las normas de resistencia sísmica", expone Ceballos.

Si bien se formuló la Política Integral del Hábitat 2007-2017, con el objetivo de lograr

una actuación pública más articulada que mejorara la eficiencia de los programas distritales pertinentes, los resultados evidencian que no se alcanzaron sus objetivos. Entre sus finalidades se planteaba enfrentar el tema de la producción informal de vivienda para disminuir su impacto en la ciudad. No obstante, las cifras demuestran que este fenómeno no solo se ha mantenido, con un incremento anual sostenido en la ocupación informal de suelo en la periferia de la ciudad, sino que adicionalmente se da en la densificación de las viviendas en los barrios de origen informal. Es posible señalar que años atrás la estrategia de este sector era ocupar suelo para que la gente fuera propietaria, pero a ello hoy se suma la práctica de densificar verticalmente para lograr unidades de alquiler. Adicionalmente, no se ha logrado un control efectivo por parte de las autoridades para contrarrestar este fenómeno. Adriana cuenta que una fotocopia de la cédula y un contrato fueron suficientes para arrendar el último piso de la casa en la que vive, pero que en ningún momento las autoridades locales revisan las instalaciones, ni los permisos ni el tipo de arrendamiento que tiene.

La investigadora insiste en que es necesario plantear estrategias de largo aliento, que no cambien con cada administración nueva y que no dependan exclusivamente de los privados. Y, también, que contemplen diferentes formas de tenencia y no se centren exclusivamente en la vivienda en propiedad.

### Una política sin mucho rumbo

En los últimos días de 2021 la alcaldesa Claudia López promulgó por decreto el Plan de Ordenamiento Territorial. Este documento define el uso del suelo y los proyectos estructurales que se realizarán en la ciudad hasta 2035. Para la experta este documento tampoco trae un gran cambio cualitativo en la nueva política pública. "No cambia el modelo, confía mucho en que sea el sector privado el que actúe. Se continúa la discusión alrededor de los beneficios normativos que pueden facilitar su labor y se revisa muy poco lo que sucede en la producción informal", explica. Mientras tanto, familias como la de Adriana seguirán viviendo en la informalidad, porque a pesar de las incomodidades, es lo que pueden pagar.

#### Para leer más:

- Yunda, J. G., Ceballos Ramos, O. y Rincón Castellanos, M. (2021). The challenge of low-income housing quality in Latin American cities: lessons from two decades of housing policies in Bogotá. *Housing Studies*. DOI: 10.1080/02673037.2020.1867080

---

#### TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

La política integral de hábitat de Bogotá 2007-2017: apuestas, logros y retos

---

#### INVESTIGADORA PRINCIPAL:

Olga Lucía Ceballos Ramos

Departamento de Arquitectura  
Facultad de Arquitectura y Diseño

---

PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN: 2007-2017

# Cuidar al otro: La prosocialidad en tiempos de pandemia

Estudio concluye que quienes actúan pensando en el bienestar de los demás aceptan mejor las restricciones de la pandemia, pero al mismo tiempo presentan mayores indicadores de estrés y angustia.

Por Daniel Zamora Quiroga  
Fotografías: Shutterstock

**G**uantes quirúrgicos. Tapabocas. Gorra. Chaqueta. Parece que todo se encuentra en orden. Aunque, pensándolo mejor... un segundo tapabocas no estaría de más. Así fue como Ramón Nivia enfrentó su primera salida al supermercado cuando reinaban las restricciones de movilidad. "Regresé a mi casa y me quité la ropa en la entrada, entré a la ducha como si hubiera estado en contacto con algo radioactivo", recuerda.

Tanto él como su esposa y su cuñada, que vivían en el mismo apartamento, duraron meses sin salir. ¿La motivación? "Intentamos ayudar dentro de lo poco que podíamos hacer, que era no propagar más contagios. Claro que nos hubiera gustado salir de fiesta, pasear, pero no se podía. Pensamos: no vamos a ser parte del problema, sino de la solución", señala Ramón.

Este empeño puede considerarse como un comportamiento prosocial, aquella capacidad que tiene el ser humano para realizar acciones pensando en el bienestar del otro, así impliquen un sacrificio personal. "Ser prosocial", explica Hernando Santamaría, psiquiatra y doctor en Neurociencias y Cognición, "ayuda al cuidado común en situaciones complejas, como la pandemia".

Esa fue una de las conclusiones de *El precio de la prosocialidad en tiempos de pandemia*,

una investigación liderada por Santamaría y desarrollada en conjunto con Mente, el semillero de investigación de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Javeriana.

"Cuando inició la pandemia, me di cuenta de que los comportamientos que uno tomaba impactaban a los otros. Al ser un evento de riesgo individual y social surgió la idea de evaluar qué procesos, como la empatía (la capacidad de percibir las emociones del otro) o la teoría de la mente (inferir el estado emocional de alguien más), podían modular el comportamiento social a gran escala en una pandemia", aclara Santamaría.

Para el psiquiatra, el hecho de tener empatía no parecía relacionarse mucho con usar una mascarilla o quedarse en casa, "pero nuestro estudio muestra que sí". El semillero realizó 413 encuestas a personas de clase media, que tenían un promedio de 23 años, en las que se les preguntó qué tan fácil y por qué razones aceptaron el confinamiento, el uso del tapabocas, el distanciamiento, la prohibición de las actividades sociales y las demás medidas que se impusieron en Colombia tras la expansión del nuevo coronavirus.

## Ser prosocial para cuidarnos entre todos

La prosocialidad, indica Santamaría, implica tener empatía y resignación de lo propio para ayudar a otros. "Está relacionada con el procesamiento moral, es decir, cuando uno decide arriesgar un beneficio propio por proteger a los demás".

Tal vez por eso, y aunque Ramón Nivia ya se hubiese vacunado y hecho cuarentena solo para volver a ver a su padre, Ramón Heberto, que vive en el Líbano, Tolima, pensó que lo mejor sería controlar las ganas de abrazarlo y solo atinó a llamarlo por celular, decirle que saliera al balcón y hablar con él mientras lo veía desde lo lejos. "No se me pasó por la cabeza entrar, me daba angustia que de pronto, por mi necesidad de abrazarlo, se desencadenara algo trágico", dice.

Este estudio señala que quienes tienen mayor empatía tienden a aceptar mejor las restricciones. Sin embargo, aunque esta habilidad ayuda a modular el comportamiento social, puede causar un efecto adverso en la percepción del peligro, "pues la persona está capturando información social (noticias, historias de gente cercana) y eso le puede generar sobreestimación del riesgo, que termina en angustia", dice Santamaría.

Por eso el doctor en Neurociencias y Cognición señala la importancia de cuidar a quienes son prosociales. "Nuestros resultados muestran que no se trata solo de promover ese comportamiento social, sino de acompañar con políticas de salud mental. Ser prosocial posiblemente genera angustia, por eso a las personas se les debe ofrecer apoyo para que estos eventos sociales estresantes no los superen. Quienes tienen habilidad social también sufren y tienen preocupaciones".

## A mayor edad, menor aceptación del confinamiento

Doña Magnolia Giraldo de Nivia no salía mucho a la calle. Tenía 76 años y prefería pasar la mayor parte del tiempo en su casa de Ibagué, pero, tan pronto como ordenaron el confinamiento estricto por la llegada de la COVID-19, inventaba excusas para salir. "Yo no entiendo por qué, pero apenas dijeron que me tenía que quedar encerrada, me dieron más ganas de salir", les respondió a

**La prosocialidad es la capacidad que tiene el ser humano para realizara acciones pensando en el bienestar del otro, así implique un sacrificio personal.**



sus hijos cuando la interrogaron sobre su naciente impulso fugitivo.

El estudio concluye que "las personas mayores exhibieron una menor aceptación de la cuarentena. Son más cautelosas en temas de salud, pero menos obedientes con imposiciones sociales". Esto podría suceder, en palabras de Santamaría, porque "en general, las personas mayores están intentando conectarse con los otros, porque suelen estar solas, así que visitan a los hijos, nietos; invitan a los amigos a comer, a tomar café; buscan deliberadamente la conexión social, por eso quedarse en casa implica más pérdida para ellos y es comprensible que les cueste más".

## Conocer el comportamiento para comunicar mejor

Otra investigación en la que participó el semillero Mente, y en la que contribuyeron 67 países, reveló que aquellas personas que tenían una identificación nacional con su país aceptaron mejor las medidas durante la pandemia. Santamaría aclara que esta identificación no se trata de un patriotismo que exalte la diferencia, "no es que los colombianos seamos mejores que otros, se trata de que yo, como colombiano, puedo hacer cosas buenas por mi país", como contribuir en la emergencia de la COVID-19.

Para el psiquiatra, entender la razón por la que la gente actúa desde la empatía, la prosocialidad u otra habilidad ayudaría a los gobiernos a tomar mejores decisiones. "Estos resultados llaman a generar acciones de promoción de habilidades empáticas y de prosocialidad acompañadas de estrategias de protección de salud mental para enfrentar sucesos sociales retadores, como las pandemias", asegura.

Quizás esto último sea la clave para promover y comunicar políticas públicas que conozcan más al ciudadano, incentiven la prosocialidad, logren mejores niveles de aceptación y, de paso, ayuden a las familias Giraldo y Nivia a entender por qué doña Magnolia empezó a salir más cuando el gobierno dijo que lo mejor era permanecer en casa.

### Para leer más:

- Bavel, J., Santamaría, H. et al. (2022). National identity predicts public health support during a global pandemic. *Nat. Commun.* <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27668-9>

### TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

The price of prosociality in pandemic times

### INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Hernando Santamaría García

### COINVESTIGADORES:

Miguel Burgaleta, Agustina Legaz et al.

Semillero Mente

Facultad de Medicina

PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN: 2020-2022

# Matemáticas para enfrentar los desastres

Con la recolección de data histórica, este modelo matemático permitirá reducir los tiempos de respuesta en medio de un fenómeno natural con el fin de optimizar las redes humanitarias y preservar la vida.



Por María Camila Botero Castro  
Fotografías: Shutterstock

¿Servirán las matemáticas para organizar la ayuda humanitaria en situaciones de desastres? Esta fue la pregunta de investigación de Héctor Bonilla, ingeniero industrial y matemático aplicado, cuando cursó su maestría en Ingeniería de Producción. Quería entender qué habría sido diferente en fenómenos naturales devastadores —esos de los que Colombia tiene ejemplos de sobra— si esta ciencia formal hubiera sido utilizada para facilitar la toma de decisiones.

¿Se habrían evitado las consecuencias desastrosas en eventos como la avalancha de Armero —1985—, el terremoto de Armenia —1999— y el huracán Iota en San Andrés y Providencia —2020—? ¿Será que si se hubiera implementado un modelo de logística humanitaria, la tragedia de Mocoa no habría golpeado tan fuerte a sus habitantes? Ocurrió en 2017, cuando lluvias torrenciales ocasionaron que tres ríos se desbordaran, provocando

una inmensa masa de lodo que arrasó con 36 barrios de la capital del Putumayo.

Eso y un inexistente sistema de alerta temprana fueron las causas de que 335 personas murieran, 398 quedaran heridas y 53 desaparecieran. Además, casi 8000 familias resultaron afectadas y el Estado tuvo que destinar un presupuesto de más de 427 millones de dólares para la reconstrucción del territorio.

Pero no se trata únicamente de cifras, sino del impacto humano de una tragedia evitable, porque, aunque era imposible predecir el momento exacto en que ocurriría la avalancha, por esos días el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) ya había anunciado excesivas precipitaciones en esta región. Además, estudios de Corpoamazonía —publicados nueve meses atrás— habían advertido sobre la posibilidad de un desastre de tal magnitud a causa de la deforestación y el uso inadecuado del suelo.

## Deslizamientos, ¿el pan de cada día?

Poco después de lo sucedido en Mocoa, fuertes lluvias y deslizamientos en Manizales

dejaron 17 personas muertas, 23 heridos y 480 personas desalojadas. La emergencia se repitió el pasado 24 de febrero, dejando diez viviendas afectadas. Y esto ya había ocurrido antes en 1965, 1982, 1993 y 2005.

El 8 de febrero pasó lo mismo en Pereira cuando, a causa de las fuertes lluvias, un deslizamiento de tierra cobró la vida de al menos 16 personas. En 2019 cinco personas murieron y 26 viviendas fueron evacuadas por el mismo motivo.

Y así siguen los casos que azotan al país año tras año. De hecho, según el Ideam, la primera temporada de lluvias de este 2022 se extenderá hasta mediados de junio. Por eso, se prenden las alertas en los departamentos del Tolima, Huila, Valle, Cauca y Nariño por probabilidad de deslizamientos de tierra.

Fue justamente la recurrencia de tragedias a pesar de las advertencias lo que llevó al profesor Bonilla, de la Pontificia Universidad Javeriana, seccional Cali, a desarrollar un modelo matemático de logística humanitaria, con el que busca optimizar la gestión de desastres para maximizar la cobertura en

el momento de una calamidad, favorecer la entrega de ayudas y preservar la vida humana de poblaciones socialmente vulnerables.

"Normalmente se espera a que ocurra un desastre para actuar y destinar el presupuesto a personas en estados de calamidad, pero no se puede aguardar hasta que llegue, porque se pierde tiempo valioso. La idea es adelantarnos a estos fenómenos para tener una respuesta inmediata al problema", dice Bonilla.

¿Cómo lo hace el modelo que plantea? Con la recolección de data histórica que facilita la planeación de la gestión de operaciones humanitarias. "Si tenemos información específica de lo que pasó cinco años atrás en un mismo territorio, o con características similares, podemos acercarnos a una cifra más acertada de personas que pueden quedar desalojadas", agrega.

### Matemáticas al servicio de las comunidades

Las matemáticas ocupan un lugar primordial en la propuesta del profesor. "Quería aplicarlas en un contexto social que les sirviera tanto a organizaciones no gubernamentales como a gobiernos regionales y locales", comenta.

De esta forma, funcionan para facilitar la toma de decisiones en términos de atención humanitaria: qué cantidad de personas se van a atender, cuánta comida y medicamentos almacenar, qué tipo de víveres entregar o dónde ubicar las carpas provisionales dependiendo de

los lugares más afectados. Además, sirven para cuantificar el presupuesto según el tiempo determinado y asignar el equipo necesario para responder al estrago.

De acuerdo con Wilson Maldonado, oficial de respuesta de la Cruz Roja Colombiana, la reacción a un desastre por causas naturales se divide en tres partes: búsqueda y rescate, asistencia humanitaria y asistencia médica, y reconstrucción y recuperación. Es a partir del segundo paso, la asistencia, donde el modelo de Bonilla cobraría protagonismo, pues entraría para facilitar la evaluación de daños, identificar el número de familias afectadas y analizar sus necesidades.

"Hay que tener en cuenta las características del territorio para la evaluación de daños, ya que en una emergencia como la de Mocoa —donde muchas casas fueron destruidas— se necesitó un equipo especializado de ingenieros para identificar si estas eran habitables o si se tenían que demoler", dice Maldonado, al explicar por qué este proceso puede tardar entre uno a cuatro días (o más), dependiendo de la magnitud del evento. En este sentido, el modelo de logística humanitaria propuesto acortaría tiempos y se nutriría constantemente de nuevos datos para aplicarlos en la respuesta a otros eventos naturales con consecuencias para la población, lo que se traduciría en una menor cantidad de víctimas.

Además, uno de sus mayores atractivos es que permitiría coordinar las ayudas humanitarias

de una forma más ordenada, pues en ocasiones los donantes envían productos que no son funcionales para esa comunidad en específico, y se pierde tiempo y dinero al transportarlos. El objetivo de este modelo matemático es optimizar las redes para no perder esfuerzos.

### De Brasil a Colombia

Bonilla viene trabajando en este tema desde su tesis de maestría, de 2016. En ella se interesó por estudiar el caso de Brasil, debido a que es uno de los 10 países más afectados por desastres relacionados con el clima en los últimos 20 años. Junto a otros colegas investigadores, recolectaron datos de los principales fenómenos naturales ocurridos en Brasil entre 2003 y 2016.

En el proceso se dieron cuenta de que muchos de estos desastres se asocian con la distribución desigual de oportunidades, que empuja "a las personas más vulnerables a áreas de riesgo o asentamientos informales". Así, adoptaron el Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI, por su sigla en inglés), con el objetivo de brindar una mayor capacidad de respuesta en las áreas más vulnerables cuando el presupuesto es limitado y no es posible acoger a todas las víctimas.

Y aunque el modelo aún está en el papel, está fundamentado en datos reales, por lo que es aplicable a cualquier evento. De hecho, Bonilla asegura que es posible desarrollar un *software* funcional que no solo se dedique a la planeación, sino a la parte operacional.

Su siguiente paso será adaptar los indicadores brasileños al caso colombiano. "Este modelo no soluciona el problema, lo que hace es extraer la realidad con base en información histórica", explica. Sin embargo, está convencido de que este sistema evidencia la importancia de que exista una gestión de riesgos para reducir tragedias.

#### Para leer más:

- Alem, D., Bonilla, H. et al. (2021). Building disaster preparedness and response capacity in humanitarian supply chains using the Social Vulnerability Index. *European Journal of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.10.016>

---

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** Building disaster preparedness and response capacity in humanitarian supply chains using the Social Vulnerability Index

---

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Héctor Bonilla

**COINVESTIGADORES:** Douglas Alem, Ana Paula Barbosa, Susana Relvas, Deisemara Ferreira y Alfredo Moreno

---

Facultad de Ingeniería y Ciencias

---

**PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN:** 2016-2020

---

**"Normalmente se espera a que ocurra un desastre para actuar. La idea es adelantarnos a estos fenómenos para tener una respuesta inmediata al problema".**

HÉCTOR BONILLA, JAVERIANA CALI





vito  
2022

# El dolor de quien presencia el dolor ajeno

No solo los familiares y amigos de quien muere en un hospital hacen duelo: el personal de salud que lo atiende también, pero el suyo suele ser silente y reprimido. ¿Cuáles son sus efectos? Una investigación javeriana los aborda.

Por Amira Abultaif Kadamani  
Ilustración: Vito

**11:23:38 a. m.** Se activa la alarma del monitor de uno de los cubículos de la unidad de cuidados intensivos. La enfermera jefe se levanta y corre al lugar.

**11:23:50 a. m.** Hace un rápido chequeo de los signos vitales del paciente y se da cuenta de que está en paro. Activa el código azul.

**11:24:03 a. m.** Médicos y enfermeras llegan presurosos con los equipos de reanimación.

**11:24:18 a. m.** Los profesionales inician maniobras de resucitación para restablecer la condición del paciente.

**11:44:02 a. m.** Pese a los esfuerzos, no responde...

**Hora del deceso: 11:44:07 a. m.** Los médicos apagan los equipos y la enfermera jefe cubre con una sábana blanca el menudo cuerpo de Gabriel Castro, un niño de doce años que hasta hacía cinco meses palpitaba de emoción cada martes y jueves, cuando, después de su jornada escolar, remontaba muros de doce metros como parte de su entrenamiento de escalada. Todo ha acabado. El cáncer se lo llevó.

**11:45:40 a. m.** El médico de turno sale de la unidad y camina hacia el corredor en busca de los padres de Gabriel. Luego de hacer, por protocolo, el reconocimiento de su hijo en sala, las enfermeras y auxiliares lo

desconectan, lo limpian y recogen sus pertenencias. Las personas de apoyo asistencial lo traspasan a una camilla sencilla, lo cubren y lo conducen al tanatorio. El personal de servicios generales se encarga de la desinfección para poder acomodar, tan pronto como sea posible, a otro jovencito en estado crítico.

Aunque esta escena sea ficticia, dibuja un panorama real. Ocurre a diario en distintos tiempos, espacios y circunstancias, y con distintos pacientes, en múltiples hospitales del mundo. Las horas allí dentro suelen ser frenéticas, porque se libra una batalla contra la enfermedad y la muerte, que, aunque parten de la vida, se configuran como su némesis en el imaginario social, y los sentimientos y pensamientos que generan en el personal sanitario deben tramitarse tan efectiva y asépticamente como demandan el profesionalismo y la fila de dolientes en la puerta.

**Cargar con los sufrimientos y el dolor de otros produce, a largo plazo, un desgaste psíquico muy importante.**

Tales son la visión y el proceder dominantes en los servicios de salud, donde la muerte se medicaliza y el trabajo exige neutralidad emocional. "La medicina en general

es tanatofóbica, es decir, no aborda la muerte como su objeto de trabajo, sino como su objeto de combate, para evitarla a toda costa. Esa medicalización ha hecho que la muerte no se acoja con la dimensión, los tiempos y los espacios que merece por parte del personal sanitario, compelido a neutralizarse frente al dolor", explica la antropóloga Ana María Medina, quien, desde el Instituto de Envejecimiento de la Pontificia Universidad Javeriana, en conjunto con investigadoras de las facultades de Enfermería, Medicina, Ciencias Sociales y Teología, desarrolló en 2018 un estudio para comprender las consecuencias de esos fenómenos en contextos hospitalarios: la fatiga por compasión y el agotamiento emocional y físico de los profesionales ante el fallecimiento de sus pacientes.

Lo que empezó siendo una indagación interior por su propio duelo, tras la muerte accidental de su marido, dio pie a la inquietud de cómo los familiares asumían la pérdida de sus seres queridos dentro del Hospital Universitario San Ignacio y cómo este ayudaba en el proceso.

Las investigadoras armaron un kit de acompañamiento para las familias que contenía elementos para desarrollar actividades artísticas y relajantes (colores, papeles para origami, un

libro de mandalas para colorear, madejas de lana para tejer, velas, aguas aromáticas, entre otros), el cual fue repartido entre distintas unidades. En medio de ese trabajo surgió la inquietud de por qué no se reservaban algunos de esos kits para enfermeras, auxiliares y médicos. En ese momento, identificaron la necesidad de investigar qué ocurría con ellos tras la muerte de un paciente.

Su estudio se basó en una revisión de la literatura científica existente al respecto, pero acogió también los testimonios del personal de salud en las unidades de cuidado paliativo, intensivo, renal y pediátrico, donde se registra una mayor tasa de mortalidad. "El hospital es como un río al que le caen cuerpos y cuerpos que se van y de los que nunca más volvemos a saber", decían algunos médicos residentes de geriatría; "guardo a mis muertos en el sótano de mi mente, porque no tengo dónde más ponerlos", expresaba otro... Metáforas del dolor y la incertidumbre reprimidos y anclados en la memoria del olvido.

"Nos dimos cuenta de que el personal sufría mucho; sentía gran angustia al enfrentarse a situaciones de tener que dar malas noticias e impotencia por la muerte de sus pacientes", señala Medina, quien advirtió la tendencia de concebir el duelo como una patología y no como un proceso de mediana y larga duración que requiere un acompañamiento humano y espiritual, más aún cuando se está expuesto a la muerte de manera crónica. "Algo tan simple se ha olvidado", añade.



## A pesar de conocer las patologías de salud mental, sus síntomas y su tratamiento, nos cuesta muchísimo reconocerlas en nosotros mismos o en nuestros colegas.



FELIPE CALLE, PSIQUIATRA

Algunas cifras reflejan la crudeza de ese panorama. Una encuesta del Colegio Colombiano de Medicina realizada en 2019 a 6665 médicos en el país reveló que el 66 % de ellos se sienten emocionalmente exhaustos; 36 %, disminuidos en sus logros personales; y 59 %, despersonalizados de su quehacer, variables que configuran el síndrome de agotamiento profesional o *burnout*, que ese mismo año fue declarado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una patología laboral.

Entre tanto, un estudio realizado por una investigadora del Hospital Central de Harlem, en Nueva York, encontró que los médicos en Estados Unidos tienen la tasa de suicidio más alta entre todas las profesiones (entre 28 y 40, por cada 100.000 habitantes, se quitan la vida).

Por supuesto, hay múltiples variables personales y sociales que derivan en un abanico de enfermedades. No obstante, las investigadoras javerianas resaltan en su artículo que "los trámites administrativos, la despersonalización sanitaria, el número de pacientes a cargo y la baja conciencia en relación con la muerte regulan de cierta forma lo acontecido, impidiendo que exista por parte del personal de salud descarga de sentimientos, llevándolos a presentar agotamiento psicológico y fatiga por compasión". De ahí que, para ellas, no se puede seguir asignando al individuo la responsabilidad única del manejo de sus emociones, pues este es el resultado de procesos sociales e institucionales.

En ello coincide el psiquiatra y médico laboral Felipe Calle: "Al personal de salud se le ha enseñado que debe ser fuerte ante el sufrimiento del otro para ser objetivo y dar una respuesta adecuada, y que mostrar sus sentimientos puede ser un signo de debilidad y mala praxis. Pero este paradigma impide en gran medida una buena empatía entre el paciente y el profesional, y genera

un distanciamiento progresivo y un dolor no expresado por parte del personal de salud como mecanismo de defensa ante una situación dolorosa como la muerte".

Es claro que cargar con los sufrimientos y el dolor de otros produce, a largo plazo, un desgaste psíquico muy importante. El agotamiento acumulado genera la necesidad de alejarse como una medida autoprotectora, pero a la postre ese presunto escudo termina siendo más bien una espada de Damocles.

"Tenemos, como profesionales de la salud, serias dificultades de comunicación. A pesar de conocer las patologías de salud mental, sus síntomas y su tratamiento, nos cuesta muchísimo reconocerlas en nosotros mismos o en nuestros colegas, y es ilógico que seamos precisamente nosotros quienes dilatemos la atención de nuestra propia salud mental", explica Calle, fundador y director de Mutalis, entidad dedicada a la prestación de servicios clínicos de salud mental ocupacional.

Una paradoja que la pandemia exacerbó y que merece ser resuelta cuanto antes, si no es por humanidad, al menos para que los que somos cuidados no nos quedemos sin cuidadores.

### Para leer más:

- Córdoba Rojas, D. N. et al. (2021). Fatiga por compasión y agotamiento profesional en personal de salud ante el duelo y muerte en contextos hospitalarios. *Saude soc.* 30 (3). • 2021. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902021200478>

---

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** El acompañamiento y cuidado en los tránsitos de la vida: el duelo y la muerte

---

### INVESTIGADORES:

Ana María Medina, María Teresa Buitrago, Ángela María Sierra, Diana Norella Córdoba y Daniela Sanz

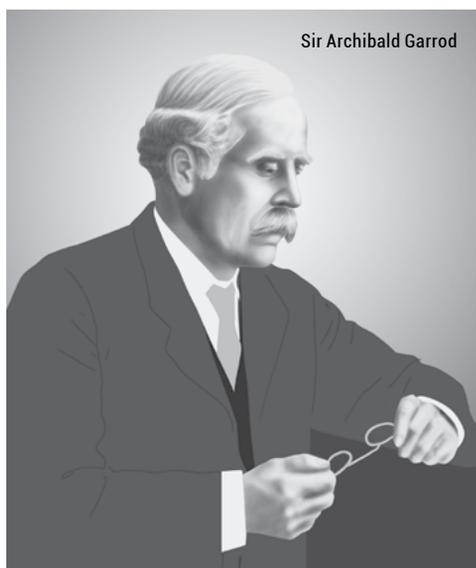
---

Facultades de Medicina, Enfermería,  
Ciencias Sociales y Teología

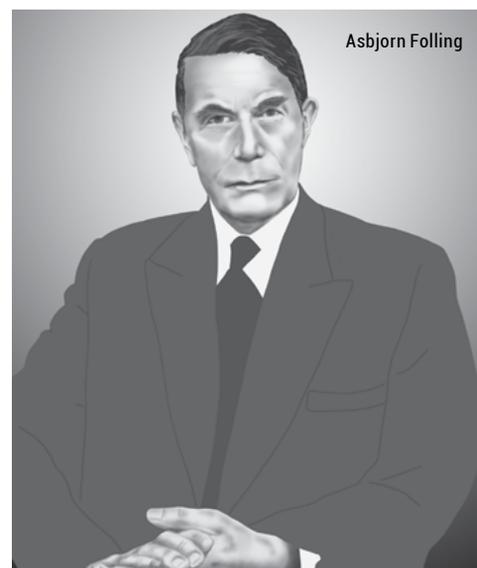
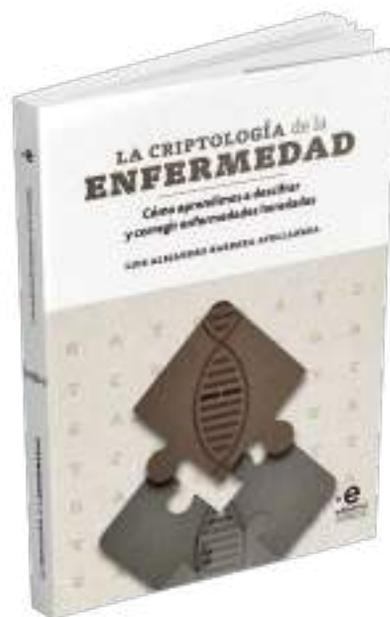
---

**PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN:** 2018-2022

---



Sir Archibald Garrod



Asbjorn Folling

# Los errores innatos del metabolismo: una ventana hacia lo desconocido

Por Álvaro David Urrea Ramírez

Ilustraciones: Diego Mesa

Los errores innatos del metabolismo (EIM) son desórdenes genéticos que no permiten al organismo asimilar ciertos componentes presentes en algunos alimentos, lo que afecta la producción de energía y de otros subproductos que el cuerpo necesita para funcionar adecuadamente. Como consecuencia, pueden promover la acumulación de compuestos dañinos para el desarrollo o la salud de una persona, generar la deficiencia de algún nutriente esencial o disminuir los niveles de energía que el cuerpo necesita para cumplir sus funciones vitales básicas.

Estos errores innatos tienen su origen en modificaciones pequeñas de los cromosomas, lo que hace que, a diferencia de otras enfermedades genéticas, su identificación sea particularmente compleja. Basta que se produzca una alteración en alguna de las más de 30.000 millones de 'letras' que constituyen el genoma humano para que la vida de una persona se vea afectada de formas inesperadas, irreversibles y, en ocasiones, fatales.

En *La criptología de la enfermedad*, publicado por la Editorial Pontificia Universidad Javeriana en 2021, el profesor e investigador javeriano Luis Alejandro Barrera Avellaneda narra la historia y descifra todas las claves

que se conocen hasta hoy sobre los EIM. A través de un relato rico y detallado, destaca los hitos más importantes de este campo del saber y, al tiempo, traza amena y claramente su evolución. Así, 1) reconstruye el origen y el desarrollo del conocimiento de los EIM gracias a las teorías y los estudios de Sir Archibald Garrod —médico inglés, profesor en Oxford y pionero en el estudio de los EIM—; 2) plantea cronológicamente el desarrollo científico del campo de los EIM a lo largo de todo el siglo XX e inicios del siglo XXI; 3) hace un balance en el que esboza los retos a los que se enfrentan los investigadores de este campo en la actualidad; y 4) proyecta un camino a futuro que, aunque incierto y sinuoso, promete invaluable beneficios para la ciencia y la humanidad.

Las particularidades de los EIM constituyen casos de estudio sumamente interesantes, que abren una ventana a través de la cual se puede observar la fragilidad de la vida, lo complejo y maravilloso que es el cuerpo humano y lo mucho que aún queda por descubrir sobre su funcionamiento y composición. De hecho, estos desórdenes genéticos son tan importantes que para rastrear su historia y su desarrollo es necesario emprender un recorrido por algunos de los descubrimientos científicos más destacados del siglo XX, específicamente en la bioquímica, que se ha puesto al servicio del cuidado de la salud humana.

En cada uno de los capítulos de este libro se puede encontrar un contrapunto entre las historias de vida de los pacientes y de sus familias y la ardua labor de la ciencia y de sus protagonistas por describir estas enfermedades y desarrollar sus tratamientos. Este es el caso, por ejemplo, de Carol, hija de la premio Nobel de Literatura Pearl S. Buck, quien sufrió toda su vida de severas discapacidades cognitivas debido a una enfermedad que solo pudo ser diagnosticada a sus cuarenta años: la fenilcetonuria, que fue descrita en 1934 por Asbjorn Folling, otro de los grandes pioneros en el estudio de los EIM. Mediante este tipo de anécdotas y de explicaciones científicas sucintas, Barrera aborda magistralmente las causas y consecuencias de los EIM, así como las posibles formas de tratamiento y los intensos esfuerzos que se han implementado para diagnosticarlos.

En la actualidad, los enormes avances científicos que han sido motivados y que han nutrido las investigaciones en EIM siguen siendo un faro y una fuente inagotable de inspiración para la medicina, la química y la biología; abren una ventana única para entender de manera más amplia los fenómenos biológicos que rodean la salud y la enfermedad, y permiten comprender que lo que en un punto puede parecer como un error no es más que una oportunidad para seguir empujando las fronteras del conocimiento hacia lo desconocido.

# El nuevo conocimiento de la Pontificia Universidad Javeriana impacta y transforma a la sociedad:



- Más de 5000 productos de apropiación social del conocimiento reconocidos en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Scienti)\*.
- La Sede Bogotá y la Seccional Cali hacen parte de las 5 instituciones del país beneficiadas por Minciencias para la creación de la Unidad de Apropiación Social del Conocimiento.

La investigación javeriana busca trascender las fronteras del conocimiento y de los territorios, generar diálogos de saberes, contribuir en la transformación de una sociedad más justa y brindar herramientas innovadoras y creativas útiles para el Estado, el sector productivo y la comunidad. En este marco, la apropiación social del conocimiento se presta como un mecanismo complementario para cumplir estos propósitos y responder a las necesidades de país.

\* Información tomada de los productos registrados en GrupLac, de Minciencias.

