



## Antonio Porras investiga los agujeros negros y da clases en Yale Tico era “perezoso” en el colegio y hoy hace posdoctorado en Astrofísica

¿Qué cambió entonces? La Filosofía lo fue llevando a la ciencia. Cuando estaba por terminar la secundaria en el colegio Saint Benedict, en Tirrases de Curridabat, tuvo una clase en la que se empezó a hablar de la creación del Universo. Ahí comenzó a pensar en su propósito, en por qué existía.

Ahí comenzó su curiosidad por ese universo del cual era parte, la misma que lo hizo tener todo el empeño para acercarse a un sueño.

“Hay gente que está viviendo eso en estos momentos, entonces también quiero trabajar con esta gente y que no simplemente sean descalificados, sino darles el empuje y lo que necesitan”, dijo.

### El primer contacto serio con las estrellas

Porras nació hace 31 años en Miami, Florida; de padres costarricenses, quienes se mudaron de regreso a San José (específicamente a barrio Pinto, en San Pedro de Montes de Oca) cuando él tenía tres meses. Haber nacido en suelo estadounidense le daba la oportunidad de acercarse a un programa de Astrofísica en esas tierras y optar por préstamos del Gobierno de Estados Unidos.

Para ese entonces, su hermana vivía en Washington D. C. y ahí comenzó a estudiar en un community college, que son centros que dan carreras de dos años. Luego, los estudiantes pasan a una universidad ya para carreras de cuatro años. Ahí tomó cursos de inglés como segunda len-

gua para entrenar y ahí también conoció a una profesora de Química que se volvió su primera mentora.

“Yo siempre le huía a la Química porque me iba bastante mal, pero ella me motivó mucho. Me habló de pasantías pagas para hacer investigación. (...) Me dieron una en la Universidad de Toledo, no en España, hay una ciudad que se llama Toledo en Ohio. Ahí estuve en un proyecto de Astroquímica viendo nubes moleculares en el espacio y cómo reemiten las luces de las estrellas”, recordó.

Luego de esa pasantía de 10 semanas fue a la Universidad Chapel Hill de Carolina del Norte. Ahí, reconoció, tuvo un choque cultural. Las cosas eran muy distintas a lo que había vivido en los estados más al norte. Eso fue en 2012.

Llegó a presentar los resultados de su pasantía al departamento de Astronomía, pero no le fue tan fácil. Al final del primer período perdió los cursos de Cálculo y de Física Óptica y Electrónica.

Lo pusieron bajo prueba: “básicamente me dijeron que si no podía salir de eso, me sacaban de la Universidad. Tenía mucho miedo, di lo mejor de mí, pero no quería ni decirles a mis papás, porque sentía que me iban a meter más miedo. Al final pasé, con un 0,01% más del límite que me habían pedido”.

Decidió entonces cambiar de Física a Matemática. Reflexionó que, aunque había perdido Cálculo, él siempre había sido bueno en Matemáticas. Una profesora, Laura Miller, le dio una oportunidad.

“Hay mujeres en puestos de lideraz-

go que me han ayudado mucho en estos años. Ella sabía que me había ido mal, pero vio algo en mí”.

Su investigación con ella fue muy diferente, aplicó las Matemáticas para estudiar medusas. Pero no se había olvidado de la Astronomía, en el último año de la carrera quiso darle una oportunidad más. Aplicó para una pasantía con el Observatorio Nacional de Radio Astronomía de Estados Unidos (NRAO, por sus siglas en inglés).

“Es una organización como la NASA, pero se enfoca en la onda electromagnética en la onda radio. Ellos estudian el universo en la onda radio”, explicó.

Ahí hizo dos pasantías propiamente en Astrofísica: en Socorro, Nuevo México (en 2015) y en Charlottesville, Virginia (en 2016). Mientras estaba en estas pasantías se enteró de un programa que le permitía llegar a un doctorado a través de una maestría.

Pero antes de esa maestría tuvo que esperar un año. Ahí fue asistente de profesor de colegio, le pagaban mal y tuvo que tener tres trabajos para mantenerse.

### Acercarse a la Astrofísica

La maestría la comenzó en la Universidad de Fisk, en Nashville, una universidad considerada de “minorías”, en donde había bastantes latinos y estadounidenses de bajos recursos.

“Tenía miedo porque después de tantos años tenía que volver a estudiar Física, pero los profesores fueron muy buenos y pacientes conmigo. Tenía compañeros en



El es Antonio Porras en un congreso donde estuvo presentando una investigación. Fotografía: Cortesía

los que nos apoyamos mutuamente en lugar de competir”, recalcó.

Luego de la maestría siguió el doctorado en Astrofísica, que realizó en la Universidad de Vanderbilt, también en Nashville.

Ahí encontró a Kelly Holley-Bockelmann, otra mujer que fue su mentora en el doctorado. Su investigación doctoral estudió las galaxias y sus conexiones con los aros de materia oscura.

“Una galaxia, como nuestra Vía Láctea, tiene alrededor de ella un halo de materia oscura que se extiende por miles de millones de kilómetros y estudiaba la conexión entre ambas”, destacó.

El último año de su doctorado era muy demandante, porque significaba aplicar a

la mayor cantidad de posdoctorados posibles mientras desarrollaba su tesis doctoral. Cada universidad pública tiene cupos para investigaciones en posdoctorados, por cada posición hay más de 100 personas aplicando.

Porras aplicó a 18 opciones de investigación. Las aplicaciones se envían en octubre, pero las noticias las dan hasta marzo o abril. Mientras tanto, debía presentar su tesis en febrero para defenderla en marzo.

Solo en un programa de posdoctorado lo aceptaron, pero era una de las que más buscaba: la Universidad Yale, en Connecticut.

Este es su primer año en la Universidad Yale, le quedan otros dos más.



Luis Castillo Henríquez cursará un doctorado en nanomedicina con un enfoque fisicoquímico en Francia. Fotografía: UCR

## Compitió contra 2.000 científicos de distintas partes del orbe Farmacéutico costarricense obtuvo prestigiosa beca para doctorado en Nanomedicina

► Hasta la fecha, solo el 13% de las personas que la han recibido son de América Latina

Por Irene Rodríguez

Luis Castillo Henríquez dejó Costa Rica y llegó a Francia para seguir escudriñando en su pasión por los medicamentos. Este farmacéutico costarricense obtuvo una prestigiosa beca para especializarse en Nanomedicina, que es la aplicación de estructuras diminutas a la Medicina (un nanómetro es la mil millonésima parte de un metro).

“(Los ticos) tenemos las habilidades y las aptitudes para ir afuera y competir con las grandes potencias. Desde Costa Rica salimos con la preparación adecuada que nos permite codearnos con estudiantes de primer mundo y por eso jamás debemos sentirnos menos”, expresó el joven en entrevista con la Universidad de Costa Rica (UCR), donde estudió su carrera.

El profesional de 29 años obtuvo la beca de los Convenios de Formación en Investigación Industrial (Cifre), que otorga la Asociación Nacional de Investigación y Tecnología de Francia (ANRT). Con esta,

estudiará un doctorado de tres años en Nanomedicina con un enfoque fisicoquímico.

La Nanomedicina es una fuente de investigación que busca, a través de esa ciencia de lo diminuto, llegar de una forma más eficiente a las células con menos efectos secundarios y mejores resultados terapéuticos. En su doctorado, Castillo hurgará en nanocristales farmacéuticos para tratamientos anticancerígenos, sin alterar sus propiedades fisicoquímicas y terapéuticas. Posteriormente, le gustaría estudiar nuevas aplicaciones de la Nanomedicina para tratar el alzhéimer.

“Buscamos hacer medicamentos basados en sistemas nanoparticulados. Lo interesante de las nanopartículas es que, a la escala nano, los sistemas empiezan a tener comportamientos distintos y propiedades fisicoquímicas diferentes a las usuales”, explicó.

El farmacéutico explicó que muchas de las moléculas que se utilizan actualmente para tratar enfermedades son complicadas

para disolverlas en agua. Y si los componentes no pueden disolverse en agua, es difícil desarrollar un producto.

“Buscamos usar los sistemas nanotecnológicos para mejorar eso. Si bien no se disuelve el compuesto, sí se puede usar la nanopartícula como medio de transporte para la molécula de interés. Eso permite no solo mejorar esa propiedad fisicoquímica, también dirigir las terapias hacia la zona u órgano de interés donde está la afección, por ejemplo, un tumor”, afirmó.

### La beca

Para obtener este reconocimiento, este oriundo de La Unión de Cartago, compitió contra otros 2.000 científicos de América, Asia, Europa, Magreb, Oceanía, Francia y África Subsahariana. A la fecha, solo el 3% de las personas que lo han recibido son de América Latina.

Esta selección fue realizada por un equipo de investigación académica externa a la ANRT y por una empresa, en esta ocasión, la farmacéutica EuroAPI.

El jurado analiza a cada candidato, la calidad científica de la propuesta de tesis, la coherencia del proyecto con las actividades y necesidades de la empresa (en este caso, EuroAPI), la idoneidad de la persona y la experiencia en la colaboración y en los laboratorios.

“Tenía al menos cuatro candidatos para ofrecer un doctorado y elegí trabajar con Luis porque tiene todas las habilidades de un candidato ideal: un proyecto sólido con un excelente nivel académico que redactó bajo mi supervisión y una buena conexión con la empresa para favorecer los intercambios científicos e interacciones sociales. Luis es un estudiante talentoso con habilidades académicas y de investigación muy completas”, afirmó a la UCR Johann Corvis, docente de Físicoquímica de los Medicamentos de la Universidad de París.

### El camino hacia la Nanomedicina

Cuando Castillo estaba en el colegio, su profesora de Química, Vivian Govin Alfonso, fue la primera en sugerirle estudiar

Priya Natarajan, su jefa en Yale, descubrió un agujero negro masivo un millón de veces la masa solar en la onda de rayos X, algo que, apuntó Porras, nunca se había visto, menos en el universo temprano, por la distancia de la luz hacia nosotros.

### ¿Cómo es su trabajo?

Porras es un astrofísico teórico, no se verá con grandes telescopios, una computadora es su herramienta. Con la computadora, escribe códigos y corre simulaciones del universo. Ahora, no solo estudia las relaciones con la materia oscura, también con los hoyos negros.

“Podemos pensar que una galaxia es una casa en San José y el agujero es un balón de fútbol dentro de la casa y el halo de materia oscura es San José. Son escalas sumamente diferentes. Lo que yo me enfoco es tratar de entender cómo esas escalas cambian la física de la evolución de la galaxia y del agujero negro. Y entender cómo ciertos agujeros negros crecen a nivel supermasivo (más de un millón de masas solares)”, explicó.

El gran misterio, detalló el joven, es que se desconoce cómo crecieron, entonces, a través de simulaciones puede ver la historia de esa galaxia y de ese agujero negro.

### Cooperar con el país

Mientras hacía su maestría, Porras tenía claro que quería devolverle a Costa Rica. Recordó la falta de programas en Astrofísica en Costa Rica y todos los vacíos que encontró cuando se puso a buscar información y quiso colaborar con eso.

Decidió iniciar un programa para co-

nectar a gente de Costa Rica con oportunidades en Estados Unidos. Tenía un primo que estudiaba Física en la Universidad de Costa Rica (UCR). Le dijo que se consiguiera unas cinco o seis personas interesadas. Los consiguió y Porras comenzó a darles mentorías una vez por semana.

Quiso entonces inspirar a los jóvenes a través, no solo de su testimonio, sino del de otros latinoamericanos que hacían Astrofísica. La idea era no solo que hablaran de sus investigaciones, también de su historia, para que las personas los escucharan y se vieran reflejadas.

Así conoció a otro costarricense, Esteban Araya, quien está en la Universidad de Western Illinois, y él lo puso en contacto con doctores en Astrofísica de Guatemala y Honduras. Conversando con ellos vio que esta falta de recursos y de información en Astrofísica no era solo de Costa Rica, sino de toda la región. Luego, en la red social X (antes llamada Twitter), conoció a la nicaragüense Gloria Fonseca Álvarez, y le propuso hacer un equipo mayor. Luego conoció a Valeria, otra nicaragüense, que estudiaba en EE. UU.

Comenzaron a llegar estudiantes de toda la región y de otras partes de América Latina. Ahora el programa se llama Central American-Caribbean Bridge in Astrophysics (Cenca Bridge Inc.) y busca generar oportunidades en Astrofísica en Centroamérica y el Caribe.

Este proyecto comenzó en 2016 y piensa continuar con él.

Aquel chiquillo que era fiebre del fútbol y no pensaba en las estrellas ahora trata de ver dentro de los agujeros negros, y de vez en cuando, aunque no juega, ve cuanto partido de fútbol tico puede. Hoy está muy feliz con el tricampeonato de Saprissa.

Farmacia. Así lo hizo. En 2012 entró a la carrera de Farmacia en la UCR.

En sus años de estudio vio que esto iba mucho más allá de la ciencia, porque también le daba la posibilidad de ayudar a las personas y guiarlas para mejorar su salud.

Sin embargo, cuando llegó a los cursos de Físicoquímica y de tecnología farmacéutica se encendió nuevamente ese “gusanito científico” y recordó lo que en primera instancia lo llevó a Farmacia: la formulación de medicamentos: hacer tabletas, soluciones orales y cápsulas, entre otras.

Uno de sus profesores, Erick Bermúdez Brenes, lo fue llevando de la mano hacia la formulación de medicamentos que, a la postre, lo llevó a la Nanomedicina.

Su trabajo final de graduación y práctica lo hizo con la industria farmacéutica. Ahí conoció a Breitner Calvo, quien le enseñó mucho de lo que las aulas universitarias no le dieron, como la vivencia directa de la industria.

Cuando se graduó comenzó a trabajar en la UCR como docente, pero también, a partir de 2020, se dio su encuentro más cercano con la Nanomedicina, cuando tuvo la oportunidad de estar en el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (Lanotec). Ahí encontró la combinación perfecta entre la nanotecnología y formulación de medicamentos.

Fue en el Lanotec donde se enteró del programa de la Unión Europea de la Universidad de París para sacar la maestría.

Así fue como obtuvo una beca para estudiar la maestría en Nanomedicina en la Universidad de París.

Mientras hacía la maestría tuvo contacto con el profesor de Físicoquímica, quien le ofreció hacer una pasantía. Así comenzó a trabajar con él en el tema de nanocristales. Ese profesor también fue su tutor de tesis de maestría, que consistió en la síntesis de nanocristales farmacéuticos con propiedades anticancerígenas.

Entre los dos redactaron su propuesta para la beca del programa doctoral.

### A futuro

El objetivo de la Nanomedicina es claro: desarrollar medicamentos un poco más personalizados que respondan a los estímulos biológicos del cuerpo de cada persona con los menores efectos adversos posibles.

Castillo advirtió que eso no significa que las formas tradicionales actuales no funcionan.

“Tenemos moléculas buenas, lo que hace falta es desarrollar formas farmacéuticas más eficaces para combatir o tratar la condición que se desea. Ese es el siguiente paso”, precisó.

La investigación de su doctorado va en ese sentido: tomar un fármaco y desarrollar una estrategia de colaboración con la industria para producirlo a gran escala en la forma de nanocristal.

“Mi propósito es llegar a un producto que se patente, se escale y use, no solo algo que salga bien en la escala de laboratorio de investigación”, concluyó.

## Profesionales del Siglo XXI

Por Irene Rodríguez

Carlos Daniel Díaz Marín siempre vio la Ingeniería como un medio para ayudar a las personas y mejorar el mundo. Hoy, a sus 28 años, este originario de Zapote está en quinto año de su doctorado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) y busca, junto con otras personas, soluciones para tener más agua potable y ayudar con la escasez.

Para esto utiliza tecnología en hidrogel, la misma que se ve para la absorción de los pañales o para los lentes de contacto, para capturar las moléculas de vapor de agua y agua que se encuentran en el aire.

“He estado trabajando en conseguir materiales que puedan capturar agua del aire para convertirla en agua potable y generar, a partir de la humedad que tenemos alrededor de nosotros, agua que podamos tomar. Pensar en maneras alternativas, sostenibles y de bajo costo, y en este caso, de algo que está en todas partes, como el agua que puede capturarse del aire”, expresó.

Sus esfuerzos ya le valieron un reconocimiento internacional.

El científico manifestó que al menos dos tercios de la población del mundo tienen un mes (o varios días de ese mes) con problemas para procurar agua potable. Desgraciadamente, eso va a volverse peor porque la población está creciendo y por los efectos del cambio climático. Solo por poner un ejemplo, en nuestro país, el Estado de la Nación arrojó que uno de cada diez costarricenses no tiene acceso a agua potable, una cifra que registró un aumento.

Años que se encuentran bajo la influencia del fenómeno de El Niño (como 2023 y 2024) tienen una particularidad de menor cantidad de agua. De hecho, una investigación de la Universidad de Arlington, en Texas, señaló que en Costa Rica los niveles de agua podrían bajar incluso a la mitad.

### Capturar el agua

Para entender el trabajo de Díaz, podemos remontarnos a nuestras clases de ciencia en la escuela cuando veíamos el ciclo hidrológico y cómo el agua se transformaba en vapor al irse evaporando.

El ingeniero mecánico y también físico indicó que, para quienes vivimos en un país tan húmedo como Costa Rica, es fácil de dimensionar.

“Yo estaba en la playa la semana pasada y uno ponía un vaso con hielo y muy rápido comienza a ver uno gotas que se forman en la pared del vaso. Esa es la condensación de ese vapor de agua”, explicó.

“La mayoría de la energía del Sol que entra a la Tierra se utiliza en evaporar agua. Lo que nosotros hacemos es un proceso hasta cierto punto parecido, donde uno pueda capturar esta agua que comienza a evaporarse del aire”, añadió.

El joven afirmó que buscan llegar a esto mediante materiales que puedan utilizarse en cualquier parte del mundo, independientemente de si tienen condiciones de sequía.

Carlos Díaz es ingeniero mecánico y físico, y cursa un doctorado en el MIT

# Tico que estudia cómo “atrapar” agua del aire premiado en EE.UU.

Investigación ganó concurso de Universidad de Caltech, California



Carlos Díaz Marín tiene 28 años y realiza su doctorado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Fotografía: Tony Pulsoni / MIT (Tony Pulsoni/MIT MechE/Tony Pulsoni/MIT MechE)



Este es el hidrogel con el que Carlos Díaz Marín trabaja en su investigación. Fotografía: Tony Pulsoni / MIT

El material que los científicos desarrollaron tiene dos componentes. Uno es el hidrogel que puede encontrarse en los pañales para bebé o para incontinencia urinaria. El problema con los pañales, aseguró Díaz, es que son muy buenos en retener líquidos, pero no son tan buenos en capturar líquidos del aire.

Para contrarrestar esta situación, se agregan sales. Díaz explicó que las sales tienen muy buen rendimiento y su costo es muy bajo. Al final, el material es compuesto con el hidrogel y las sales que retienen el agua, pero también la capturan.

Para lograr esto, el dispositivo debe calentarse. Entonces, el proceso consta de dos partes. En una primera parte se captura el agua. Esto se hace durante la noche, cuando la humedad es más alta. Lo capturado se pone en una especie de caja, y luego durante el día el calor solar actúa sobre el material y empieza a liberar el vapor para liberar agua potable.

El grupo de investigación del MIT comenzó a trabajar estos prototipos en 2016. Los primeros no funcionaban bien y si acaso capturaban unas gotas. A hoy, un kilo de

material puede capturar dos kilos de agua en condiciones de desierto, en Costa Rica podría capturarse el cuádruple.

Díaz es el encargado de buscar el hidrogel que mejor se adapte al proyecto. Él explicó que podemos imaginar como si fuera un plástico gelatinoso que puede estirarse. A eso se le ponen las sales.

“Yo le digo a mis amigos que es como cocinar, vos tenés un contenedor y ponés los polímeros, las sales, un par de otros componentes, se mezcla un poco y en unos 30 minutos ya tenés esta gelatina”, aseguró.

A su juicio, hay dos componentes claves para que esto funcione de manera eficiente. Por un lado, el material debe ser apropiado, y eso involucra cuánta agua se captura, cuán rápido y cuánta energía está asociada a este proceso de captura.

En este momento tienen prototipos para hacer pruebas. Este año tienen presupuesto para hacer pruebas en el desierto de Atacama, en Chile. Si eso puede funcionar en condiciones tan extremas, podría hacerlo en casi cualquier lugar.

### Premiado como uno de los mejores investigadores jóvenes

Recientemente, Carlos Daniel Díaz Marín fue nombrado como uno de los mejores investigadores jóvenes en el campo de la Ingeniería. Se trató de un concurso realizado por la prestigiosa Universidad Caltech, en California.

Ellos buscaban premiar a una persona por cada una de las siete ingenierías, y él fue electo por Ingeniería Mecánica.

Para obtener el galardón, tenía que escribir sobre su investigación, los méritos que ha obtenido a través del doctorado y dos cartas de recomendación. El no imaginó que fuera tan competitivo y que le gana-

ra a más de 2.000 personas, pero así fue.

“Como parte del reconocimiento, dábamos una charla sobre nuestra investigación. Vos le estás dando una charla a profesores que son superestrellas y que en sus propios campos están cambiando la tecnología. Poder conversar y reunirme con ellos para mí fue muy enriquecedor”, recordó.

Díaz no es solo ingeniero mecánico, también es físico de profesión. Para él, este proyecto es la forma perfecta de unir sus dos carreras.

“Uno como ingeniero tiene la posibilidad de hacer soluciones que tengan un impacto. Y la Física no solo me ha gustado un montón, es algo que me ha impulsado la curiosidad, la forma de entender la ciencia y de entender cómo funcionan los materiales con los que trabajo como ingeniero mecánico”, expuso.

“Posiblemente mis colegas ingenieros me ven más teórico de lo usual, y los Físicos como muy práctico; pero precisamente esta base teórica nos ha llevado a las innovaciones”, agregó.

### Una vida de triunfos

Cuando hizo su quinto año de colegio, en 2012, Díaz estaba indeciso entre estudiar Matemáticas y Física. Su hermano, que es ingeniero mecánico, lo fue enmarcando de esta carrera.

Meses después, fue reconocido como el primer promedio de admisión a la Universidad de Costa Rica (UCR) y al cerrar el año cerraba como el promedio de la generación 2012 del Colegio Metodista. Sobre decir que también estuvo dentro de las mejores 30 calificaciones de admisión del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Tec).

El primer año de estudios en la UCR lo dedicó exclusivamente a Ingeniería Mecánica y al año siguiente matriculó Física como segunda carrera.

“Lo que hacía era quitar uno o dos cursos fáciles de Mecánica y llevaba un par de Física. Y eso era complicado porque estaba llevando dos cursos difíciles de ‘Meca’ y dos fáciles de Física. Fue pesado, pero se complementan las carreras. Lo disfruté un montón”, recalzó.

Se graduó primero de Ingeniería Mecánica y trabajó un par de años en lo que terminaba Física. Mientras tanto, enviaba aplicaciones a universidades estadounidenses para el doctorado.

### A futuro

En los próximos años, le gustaría ver si se tiene un startup con sus compañeros para dispositivos de agua generada con estos dispositivos.

“La realidad del agua va a cambiar dramáticamente como en 25 años. Hay acuíferos sobreexplotados”, precisó.

Y también aplicar esta tecnología del hidrogel y las sales a otros aspectos y proyectos en otras áreas, pero que siempre apoyen al medio ambiente.

“También quiero ser profesor universitario, aquí en Estados Unidos, poder ser el mentor de un grupo de estudiantes, y abrirle ese tipo de puertas a otra gente”, concluyó.



El GPS funciona a través de señales que los satélites captan sobre la localización de las diferentes personas y lugares. Con base en información satelital, los sistemas de GPS indican dónde está la persona y cómo puede, por ejemplo, llegar de un lugar a otro. (Shutterstock)

Juliean Gutiérrez es parte del equipo que estudia navegación para futuros vehículos autónomos

# Costarricense trabaja en la NASA para mejorar seguridad de los GPS

Proyecto busca crear simulador para predecir calidad de señales de posición

Por Irene Rodríguez

El GPS es un concepto que se ha tornado cercano para la gente. Es la tecnología usada para desplazarnos sin perdernos, como ocurre con Google Maps y Waze, y también, la que permite dar nuestro punto de referencia al solicitar un servicio de transporte o comida.

En un futuro, la NASA espera optimizar esta tecnología y hacerla más segura para cuando circule un mayor número de vehículos y naves autónomas. La intención es dar la mejor ruta para evitar choques u otros accidentes que puedan afectar no solo al artefacto, sino también a las personas.

Un ingeniero costarricense trabaja, precisamente, en el equipo de la NASA que busca mejorar la seguridad del GPS. Su nombre es Julián Gutiérrez Monge, ingeniero eléctrico que está por finalizar un doctorado en Ingeniería en Computación.

### ¿Quién es Julián y cómo llegó a la NASA?

Julián Gutiérrez no soñaba con ser astronauta y su conocimiento del GPS antes de llegar a la NASA era el de un usuario promedio de esta tecnología.

Estudió Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Costa Rica (UCR). Al graduarse, trabajó para la compañía Intel. Le gustó el trabajo ahí, pero quería ver cómo era la vida de un profesor universitario. Renunció y dio clases en la UCR. Sintió que eso era lo que realmente amaba, pero para poder dedicarse a eso requería de un doctorado, y decidió hacerlo en Estados Unidos.

Ahí se encontró con la realidad. “Es carísimo estudiar en Estados Unidos”, dijo

entre risas.

Consiguió entonces una beca con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt) para estudiar programas de doctorado. Y también contó con una beca complementaria de la UCR.

“Si no fuera por esa beca, jamás lo hubiera logrado, era demasiada plata”, recordó.

Se mudó a Boston, Massachusetts, en el 2015, y comenzó una maestría en In-



Julián Gutiérrez Monge es josefino. En este momento, trabaja en la NASA en un equipo que investiga cómo hacer el uso de los GPS de forma más segura. Esto ayudaría eventualmente en la navegación de los vehículos autónomos. Foto: (Alonso Tenorio)

geniería Eléctrica y Computación. Se enfocó en computación de alto rendimiento, cuyo propósito es optimizar los usos de los CPUs de las computadoras para que los algoritmos corran más rápido y las funciones se ejecuten con mayor celeridad.

En el 2018, comenzó su doctorado en Ingeniería en Computación, donde también se enfocó en computación de alto rendimiento. Comenzó a investigar cómo la radiación cósmica podría afectar a dispositivos y transistores cada vez más pe-

queños.

La investigación lo llevó al Laboratorio Los Álamos a usar un acelerador de partículas para ver el impacto sobre los algoritmos. Sus resultados no fueron estadísticamente significativos. Eso lo decepcionó, y justo en ese momento llegó la pandemia.

Sin embargo, esa decepción le abrió las puertas de la NASA, porque fue sincero con sus entrevistadores. Le pidieron narrar un reto laboral que, aunque le hubiera gustado, no generó resultados. Él tenía el ejemplo perfecto.

Ahora, su contrato le permite enfocarse en su investigación de doctorado mientras trabaja.

Aquel muchacho que se graduó de Ingeniería Eléctrica y solo conocía el GPS de forma básica, hoy es parte de un equipo que tiene en sus manos la investigación para hacer esta tecnología más segura.

### ¿Cómo funciona el GPS?

Para entender el trabajo de Gutiérrez, hay que tener claro cómo funcionan los sistemas de geolocalización, como el GPS. Los satélites que orbitan el planeta son protagonistas en ese proceso.

Cada satélite cuenta con relojes atómicos, por lo que se tiene la hora exacta en la que envían cada señal. Esa señal atraviesa unos 20.000 kilómetros y llega a millones de sensores. En nuestros teléfonos inteligentes o en otros dispositivos, hay sensores que capturan esa información satelital.

Con base en esos datos, se mide el tiempo que demora la señal en salir del satélite y llegar a nuestro aparato. Esta información sirve para construir los mapas del GPS. Si ya se tiene la localización del satélite y el lapso demorado para llegar al dispositivo, se sabrá la ubicación de cada sensor.

Para el ingeniero, la precisión de estos sistemas depende de varios factores.

- La cantidad de satélites que una ubicación determinada tenga en vía directa. Entre más haya, mejor será la determinación de la ubicación.

- La geometría de los satélites. Si están en la misma posición en la atmósfera o apuntan en la misma dirección, eso no necesariamente va a generar una mejor posición al GPS.

- Cuán correctas son las señales que se observan.

Gutiérrez indicó que la precisión del GPS es un problema muy grande en las ciudades, especialmente en las más grandes y con edificios de mayor tamaño.

Los conductores pueden haber vivido esto más de una vez, especialmente cuando se dirigen a un lugar que no conocen y dependen de sistemas de navegación como Waze o Google Maps para llegar a su destino. Más de una vez, el mapa les pudo indicar que estaban más lejos de una esquina donde debían doblar, y la voz del programa les indica que doblen justo en el punto exacto o cuando ya pasaron.

Para Gutiérrez, la experiencia es todavía peor en las grandes ciudades con rascacielos: “Ahí tenés edificios gigantes que te están bloqueando la línea directa de los satélites. Esas señales rebotan en los edificios, y observás una señal que no es la correcta. Bien puede decir que estás a dos o tres cuadras de donde realmente estás”.

### Su trabajo

En su día a día, Julián labora con otros ingenieros eléctricos y en computación, además de matemáticos, físicos e ingenieros químicos. Muchos de ellos trabajan en mejorar la precisión de los GPS o con los algoritmos que ayudan a aviones a despegar o aterrizar. El tico se enfoca en la seguridad del programa en un proyecto llamado System Wide Safety.

La tarea principal de ese equipo es crear un simulador al que bautizaron como NATQ para predecir la calidad de las señales. Se simula la posición de los satélites en el cielo y se proyectan las señales en la ciudad. Con eso, pueden predecirse las latencias de la localización que se obtendrán en diferentes sitios.

Esto permitirá comparar la calidad de GPS en diferentes sectores, con más o menos edificios altos. Uno de los primeros intentos de simulación fue con ocho kilómetros cuadrados de la ciudad de Boston. Esa simulación demoraba bastante tiempo en correr por la cantidad y el tipo de área en el que se concentraron. Antes del ingreso de Gutiérrez al equipo, duraban 45 segundos para modelar 1 segundo de desplazamiento.

Justamente ahí entró a trabajar Julián. Luego de dos años pudo hacer ese modelo en 200 milisegundos.

“La importancia de hacer esos modelos de forma rápida es que podremos obtener lo más cercano en tiempo real y, luego, llevarlo a un vehículo. Así, de forma inmediata, poder decir ‘necesito evitar esta ruta, cambiemos’”, expresó el ingeniero.

Todo esto tiene como objetivo tener herramientas útiles para vehículos que se manejen por computadora, sin necesidad de un piloto o conductor.

Sin embargo, aún faltan problemas por solucionar para las naves autónomas, como reconocer los edificios, los automóviles que vayan en dirección contraria y contra los que podrían impactar, o cambiar de ruta si se descubrió que hay otra más eficiente.