



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

# Docente de la Sede de Occidente, desarrolló un modelo matemático que ofrece una contribución significativa en el campo de la salud

El aporte de esta investigación será publicado en la SIAM Journal on Numerical Analysis, revista reconocida mundialmente en el área del análisis numérico

23 FEB 2023

Sedes Regionales



El Dr. Bryan Gómez Vargas realizó sus estudios doctorales en Ciencias Aplicadas, con Mención en Ingeniería Matemática en la Universidad de Concepción, Chile.

Foto: [Cortesía Bryan Gómez.](#)

Un modelo matemático que captura la eliminación de desechos en el cerebro, es el resultado del proyecto de investigación desarrollado por el [Dr. Bryan Gómez Vargas](#), docente de la Sección de Matemática de la Sede de Occidente.

En el inicio de su investigación, Gómez se propuso trabajar en un tema de relevancia real para la comunidad científica matemática de Análisis Numérico y ciencias de la vida.

“Hasta antes de esta investigación, no existían modelos que capturaran la eliminación de basura cerebral tanto en estado dormido como despierto. Este modelo, por medio del tensor de difusividad, logra dicho cometido”, aseguró.

Pero, ¿qué es la basura cerebral? La basura en el cerebro, según lo indica Gómez, son las sustancias residuales que se van acumulando, y que, si no se eliminan, pueden provocar enfermedades degenerativas como Parkinson y Alzheimer.

Para desarrollar este proyecto, Gómez, investigador principal, contó con la colaboración de [Ricardo Ruiz-Baier](#), profesor e investigador de la [Universidad de Monash](#) en Australia, quién aportó en la formulación del modelo y en los resultados numéricos; de [Kent-Andre Mardal](#), profesor e investigador de la [Universidad de Oslo](#) en Noruega y de [Vegard Vinje](#) director de Investigación de Computación Científica del [Laboratorio Simula](#), ambos especialistas que colaboraron con la simulación del transporte de líquido cefalorraquídeo dentro del parénquima cerebral, que contribuye a explicar mejor los mecanismos que permiten que los solutos del espacio intersticial del cerebro se muevan.

Gómez indicó que los investigadores Kent y Vergard son profesionales dedicados a trabajar en temas de salud, y que contaban con estudios experimentales que le permitieron simular su modelo y confirmar que los datos obtenidos por ambas investigaciones coincidían.

## Un estudio complejo

Según Gómez, el proceso para realizar esta investigación fue más complejo por las características que presenta el cerebro.

“El reto con el cerebro es que no es solo elástico, sino que también es poroso. Para realizar las simulaciones utilizamos como base el modelo desarrollado en mi proyecto de doctorado y se hicieron los ajustes necesarios para adaptarlo a las características del cerebro. Se cambiaron las ecuaciones y se dio seguimiento a los patrones de comportamiento con base en lo que se conocía”.

Explicó que la estructura matemática requerida era diferente a las usuales, entonces el modelo se debía adaptar a las características de poroelasticidad: “Queremos ver lo que pasa por el cerebro, entonces hay una ecuación que se llama ecuación de concentración o pensamos en una ecuación de tipo transporte, que transporta las sustancias. Entonces tenemos dos ecuaciones, una base que es la de poroelasticidad y otra de transporte, una depende de la otra, para lo cual se hace un sistema acoplado, ya que son dependientes y no se pueden resolver de forma separada”.

En el proceso se realizaron las simulaciones que le daban sentido teórico al proyecto y también las que confirmaron que la aplicación coincidía con los datos experimentales que existían. “Muchos de estos modelos uno los prueba de forma teórica y alguien más lo aplica. En este caso, nosotros lo que quisimos hacer era meternos un poquito más, que realmente fue la motivación inicial, hacer algo que tuviera aplicación al área de salud”.

## Alcances

Gómez aseguró que el principal aporte de la investigación realizada es el modelo planteado, que logra capturar el comportamiento de los residuos en el cerebro en cualquiera de los 2 estados (despierto o dormido), ya que existen otros modelos que logran capturar dicha situación solo en un estado.

“Mi esperanza es que el modelo se pueda extender para que las personas del campo, investigadores que necesiten simular este tipo de situaciones, puedan utilizarlo, ya que es un modelo confiable, eficiente y que en el proceso fue probado por expertos de alto nivel mundial que trabajan en el campo de la salud”.

Mencionó que, a nivel matemático, el proyecto resuelve formulaciones variacionales que tienen estructuras diferentes a las clásicas que se encuentran en la mayoría de los trabajos. “Las técnicas utilizadas tuvieron que ser diferentes para poder ajustarlas, desarrollamos nueva teoría que permite encontrar existencia y unicidad de soluciones a problemas que tienen esa forma en particular”.

Como parte de los resultados obtenidos en su investigación, Gómez y sus colaboradores publicarán próximamente un artículo en la revista [SIAM Journal on Numerical Analysis](#), la cual se encuentra posicionada entre las 3 primeras revistas del área de Análisis Numérico en el mundo.

La aprobación del artículo fue un camino lento, en el que los revisores pidieron varias correcciones que le permitieron al investigador mejorar la propuesta. “Para la Sección de Matemática es positivo empezar a generar este tipo de investigaciones, uno siempre siente la responsabilidad de publicar, aunque no sea un requisito. Todo ese proceso a nivel académico fue muy importante para mí, demostrar que se puede hacer investigación que tenga impacto en otras áreas y que la Sede demuestre que cuenta con personal que puede publicar en buenas revistas. Estoy muy satisfecho, para mí es importante que esta publicación diga Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente”.

Señaló que, desde que la UCR le dio la oportunidad de salir a estudiar, reflexionó acerca de la responsabilidad y el papel que tiene como funcionario de esta institución. “Soy profesor de la UCR, la mejor de Centroamérica y una de las mejores de Latinoamérica, mi responsabilidad es responder a lo que eso significa”, concluyó.

[Grettel Rojas Vásquez](#)  
Periodista Sede de Occidente  
[grettel.rojas@ucr.ac.cr](mailto:grettel.rojas@ucr.ac.cr)