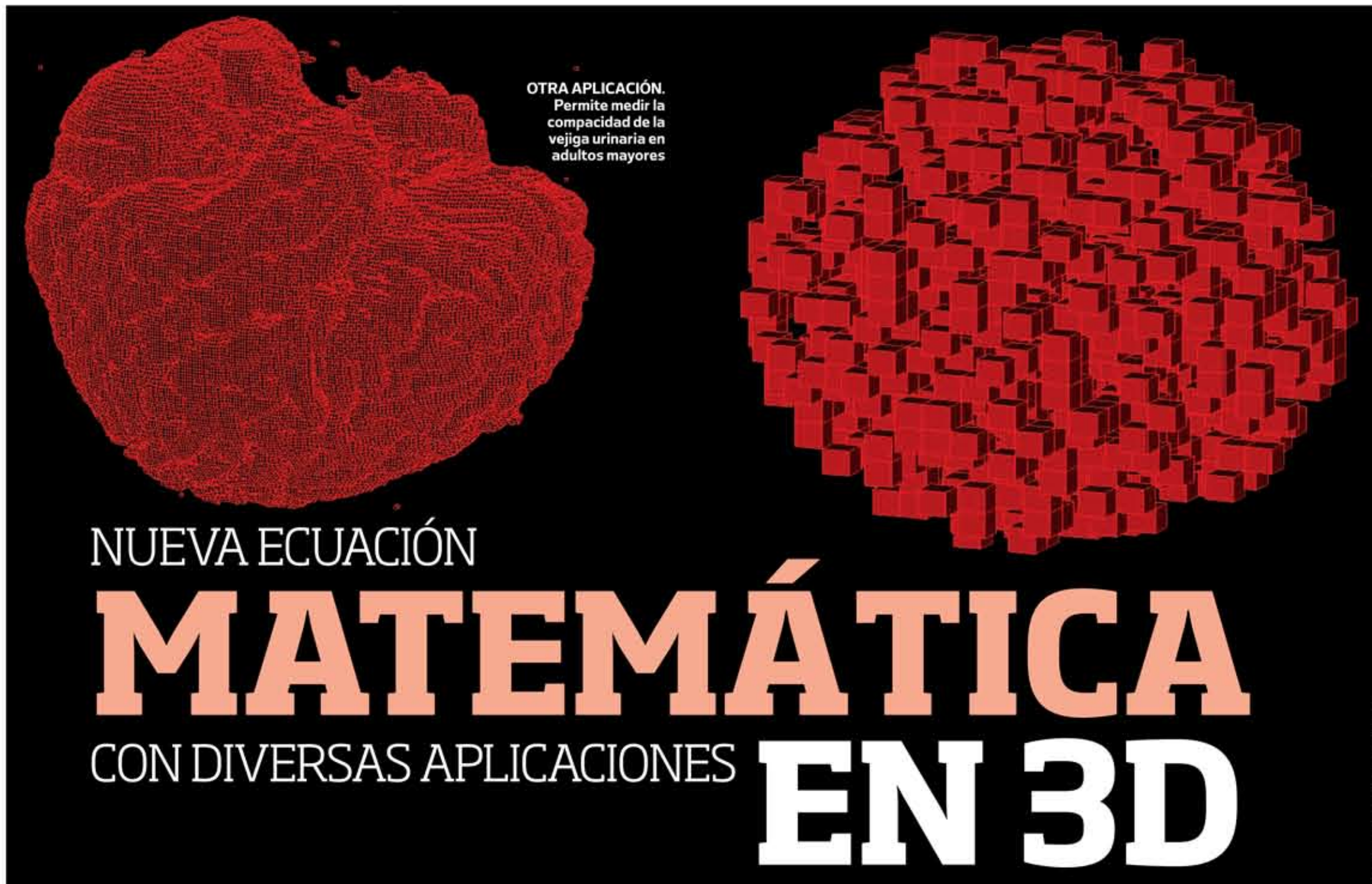


## PROYECTO UNAM

Coordinador: Roberto Arturo Gutiérrez Alcalá robargu@hotmail.com

### Conferencia sobre el bosón de Higgs

El Instituto de Física de la UNAM invita a la mesa redonda "Sobre el LHC (Gran Colisionador de Hadrones) y el probable descubrimiento del (bosón de) Higgs", hoy jueves 9 de agosto, a partir de las 13:00 horas, en el Auditorio Alejandra Jáidar, del mencionado instituto, en el Circuito de la Investigación Científica, en Ciudad Universitaria



El concepto de compacidad se relaciona con la geometría de los objetos y tiene múltiples aplicaciones en diferentes campos de la ciencia. En su forma clásica relaciona el perímetro con el área de cualquier objeto, y esto es válido para dos y tres dimensiones.

Al desarrollar la ecuación de la compacidad discreta para el análisis del mundo digital, donde todos los objetos están compuestos por elementos discretos y finitos llamados píxeles, el doctor Ernesto Bribiesca, investigador del Departamento de Ciencias de la Computación del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la UNAM, creó un nuevo concepto de compacidad que está teniendo un poderoso impacto en el mundo entero porque sirve para llevar a cabo mediciones y clasificaciones en estudios médicos, geológicos y ecológicos, entre otros.

"La compacidad clásica es la relación entre el perímetro y el área de un objeto. La compacidad discreta se basa directamente en el perímetro de contacto de cualquier figura compuesta por celdas regulares (triángulos, rectángulos o hexágonos)", explica Bribiesca.

El perímetro de contacto es la vecindad de los píxeles que se tocan. Ahora bien, en esa vecindad cuenta el número de lados de los píxeles que componen una forma. Así, entre más lados se toquen, la forma será más compacta (un círculo); y entre menos se toquen, la forma será menos compacta (una araña o una araña).

El hecho de que dependa más de cómo se tocan los píxeles vecinos que del perímetro (como en el concepto clásico) hace que la compacidad discreta sea una herramienta de medición más sencilla, apta y robusta para la clasificación de formas.

"Otra ventaja del perímetro de contacto es que, si bien fue pensado para usarse en siluetas planas, donde hay área y perímetro, se puede aplicar también a imágenes en tres dimensiones (como volcanes y tumores), donde lo importante es relacionar la superficie envolvente con el volumen", asegura Bribiesca, quien ha colaborado cercanamente con el Instituto Tecnológico de Massachusetts y la NASA.

#### Gran aceptación internacional

En un primer momento, el investigador aplicó esta herramienta de medición (basada en un algoritmo lineal, casi sin complejidad) para determinar qué tan compactas son las estructuras de los volcanes La Malinche, Popocatepetl e Iztaccihuatl.

Y desde su publicación, la ecuación de la compacidad discreta ha tenido una gran aceptación internacional, sobre todo en el área de la imagenología biomédica, porque da resultados inmediatos y resulta fácil de usar (su complejidad computacional es muy baja).

Por ejemplo, a partir de cortes, el doctor Ulf-Dietrich Braumann, del Laboratorio de Bioinformática de la Universidad de Leipzig, Alemania, reconstruyó tridimensionalmente distintos tumores cervicouterinos y, ya digitalizados, aplicó la ecuación de la compacidad discreta para clasifi-

Desarrollada por un científico universitario, sirve para clasificar tumores y determinar cómo y cuánto se ramifican, o para establecer la existencia de yacimientos minerales

### Primer código de cadenas 3D

Con base en una notación de Adolfo Guzmán para representar objetos compuestos de segmentos ortogonales (en ángulo recto), Bribiesca, quien pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, desarrolló y formalizó un código de cadenas para representar curvas en el espacio.

"Se trata del primero en ser invariante a la rotación de curvas", señala el científico de la UNAM.

Cabe decir que un código de cadenas es una secuencia de números que describe una curva en el espacio (cada número representa un cambio de dirección de la curva).

El código de cadenas desarrollado

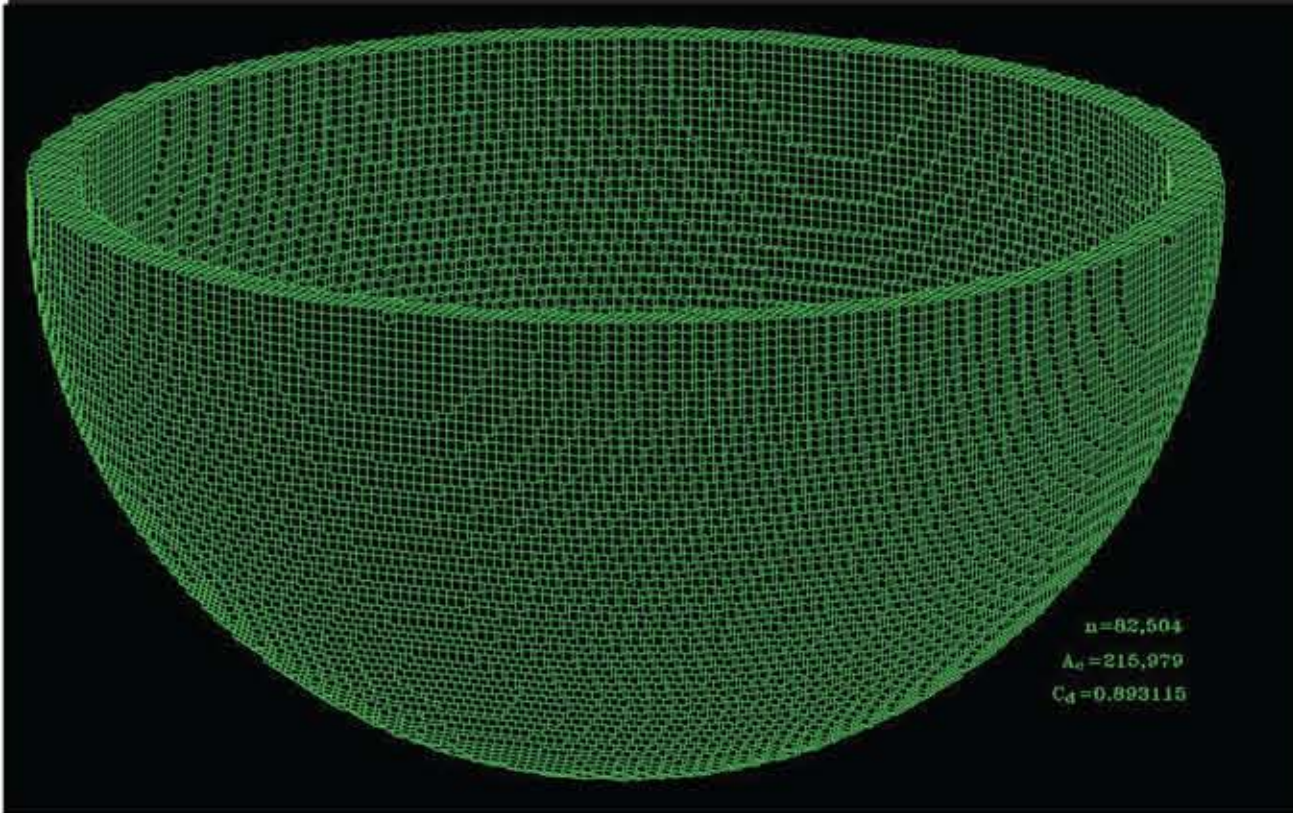
por el investigador universitario es de gran importancia en diferentes áreas del conocimiento: se aplica para representar una ruta de avión, la trayectoria que sigue una abeja o la doble hélice del ácido desoxirribonucleico (ADN).

A partir de dicho código, Bribiesca desarrolló también, con Wendy Aguilar, una medida de similitud entre curvas y la extendió para representar objetos con forma de árboles.

Actualmente, en la Universidad de Alberta, Canadá, este código y su medida de similitud entre curvas se usan para representar y comparar múltiples objetos reales.

En la Universidad de Colorado, Estados Unidos, el mencionado código se aprovecha para codificar los movimientos de pacientes con problemas en las articulaciones y, por medio del análisis de éstos, apoyar eficazmente su rehabilitación.

En México se ha usado para representar nudos y familias de curvas en el espacio: en la UNAM, por ejemplo, permitió generar, por primera vez a nivel mundial, toda la familia de curvas compuesta por veinticuatro segmentos (aproximadamente 282 mil millones de curvas), cuya importancia es fundamental en diferentes áreas del conocimiento.



DE LA UNAM. Fue desarrollada por Bribiesca para aplicarla en imágenes digitales, específicamente

carlos (desde el más compacto hasta el más difuso). Asimismo, con la ecuación extendida para objetos fragmentados, el científico alemán determinó cómo y cuánto se ramifican esos tumores, o sea, cómo y cuánto hacen metástasis.

En otro estudio que hizo para comparar la compacidad clásica con la compacidad discreta en imágenes tridimensionales, Braumann encontró que la ecuación desarrollada por Bribiesca mejora las clasificaciones hasta en 80 por ciento.

Esto se debe a que la compacidad discreta se basa principalmente en las superficies de contacto de los voxels (hexaedros regulares) que componen un objeto y no tanto en su superficie envolvente.

"De ahí que Braumann proponga la ecuación de la compacidad discreta como un estándar internacional para

clasificar ese tipo de tumores. Al aplicarla, ayudaría eventualmente a los oncólogos y ginecólogos a dar un mejor diagnóstico y tomar las decisiones terapéuticas más pertinentes", afirma Bribiesca.

#### Otras aplicaciones

La ecuación de la compacidad discreta se ha utilizado en Francia para caracterizar propiedades topológicas y geométricas en muestras de tumores; en Canadá, para ver la compacidad de diferentes rocas y así clasificar suelos; en Estados Unidos y Bélgica, para calcular la compacidad de zonas ecológicas; y en Dinamarca, para medir la compacidad de la vejiga urinaria en personas adultas mayores (cuando éstas cambian de posición al dormir, la compacidad de ese órgano cambia también, lo que propicia el deseo de orinar).

En México se aplicó en la Universidad Autónoma Metropolitana (con el grupo de la doctora Verónica Medina) para estudiar la compacidad de algunas estructuras del cerebro.

"En este caso se midieron las materias gris y blanca, y se calculó su compacidad, pensando que ésta podría tener algo que ver con enfermedades como la de Alzheimer", apunta el investigador.

#### Porosidad de tumores

Al extender la ecuación del perímetro de contacto, Bribiesca pudo calcular la porosidad de objetos de grosor unitario, que en matemáticas se relaciona con el número de Euler (del suizo Leonhard Euler, uno de matemáticos más brillantes de la historia).

Para determinar el número de Euler se considera el número de caras de una figura (en este caso, un poliedro),



Es sólo una herramienta geométrica, topológica, que ayuda a medir y analizar. Lo mensurable es muy importante porque, como dice Lord Kelvin, la ciencia nace cuando es posible medir el fenómeno que tal ciencia pretende entender"

Ernesto Bribiesca, investigador del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la UNAM

más el número de vértices, menos el número de aristas; el resultado siempre es igual a 2.

Sobre el uso de la ecuación del perímetro de contacto para calcular el número de Euler, Bribiesca publicó un artículo en una revista de arbitraje internacional. Y fue tal el interés que despertó, que al poco tiempo *Vertical News* mencionó esa aportación original del investigador de la UNAM.

El siguiente paso para Bribiesca es formar un equipo con Hermilo Sánchez y Humberto Sossa, y colaborar con el grupo del alemán Braumann en el estudio de la porosidad de los tumores, de sus hoyos y túneles.

"Es sólo analizar y contar la cantidad de agujeros que tiene un queso gruyere. Este tipo de estudio tiene otras aplicaciones: en yacimientos petroleros, materiales, polímeros, esponjas..."

#### Medición y análisis

A final de cuentas, ¿cuál es el objetivo de la ecuación de la compacidad discreta desarrollada por Bribiesca? Medir, analizar. En medicina puede servir para hacer un mejor diagnóstico; en geología, para clasificar rocas y establecer la existencia de yacimientos minerales; en agronomía, para diferenciar e inventariar diversos tipos de cultivos...

Hay que aclarar algo: con ella, un médico no puede saber si un tumor es benigno o maligno, sino únicamente tener una idea de qué tan compacto es o qué tanto se ha ramificado; no sustituye al patólogo ni la biopsia.

"Es sólo una herramienta geométrica, topológica, que ayuda a medir y analizar. Lo mensurable es muy importante porque, como dice Lord Kelvin, la ciencia nace cuando es posible medir el fenómeno que tal ciencia pretende entender", finaliza el investigador universitario.

Más información relacionada con este tema científico, en el siguiente correo electrónico: ernesto@leibniz.iimas.unam.mx (Fernando Guzmán Aguilar).