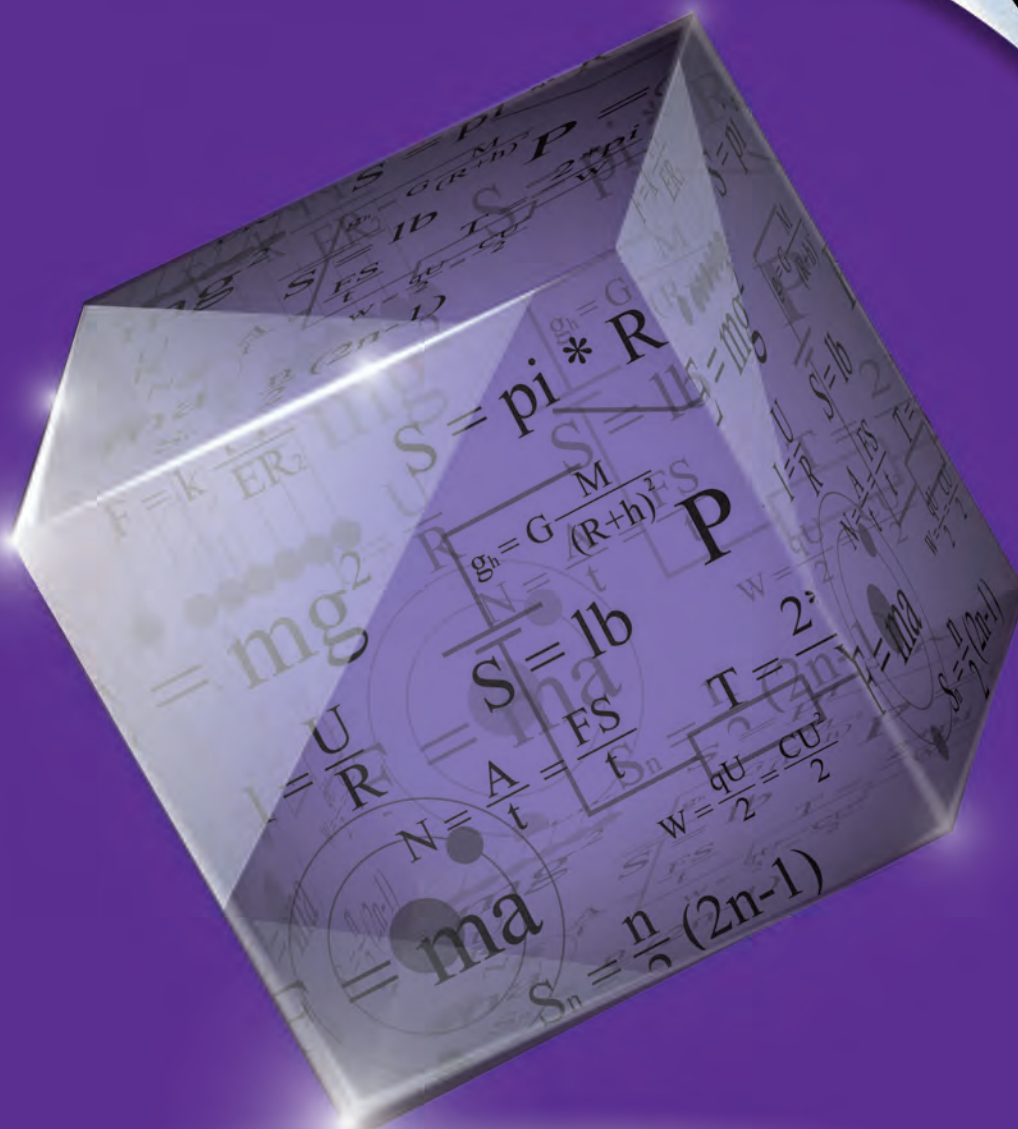
Núm. 107, 2014

conversus

Revista del Instituto Politécnico Nacional

• Donde la ciencia se convierte en cultura •

ISSN - 16652665



MODELANDO LA REALIDAD

Escáner
Xiuhcoatl: Clúster híbrido de supercómputo

ConCiencia
Lingüística computacional

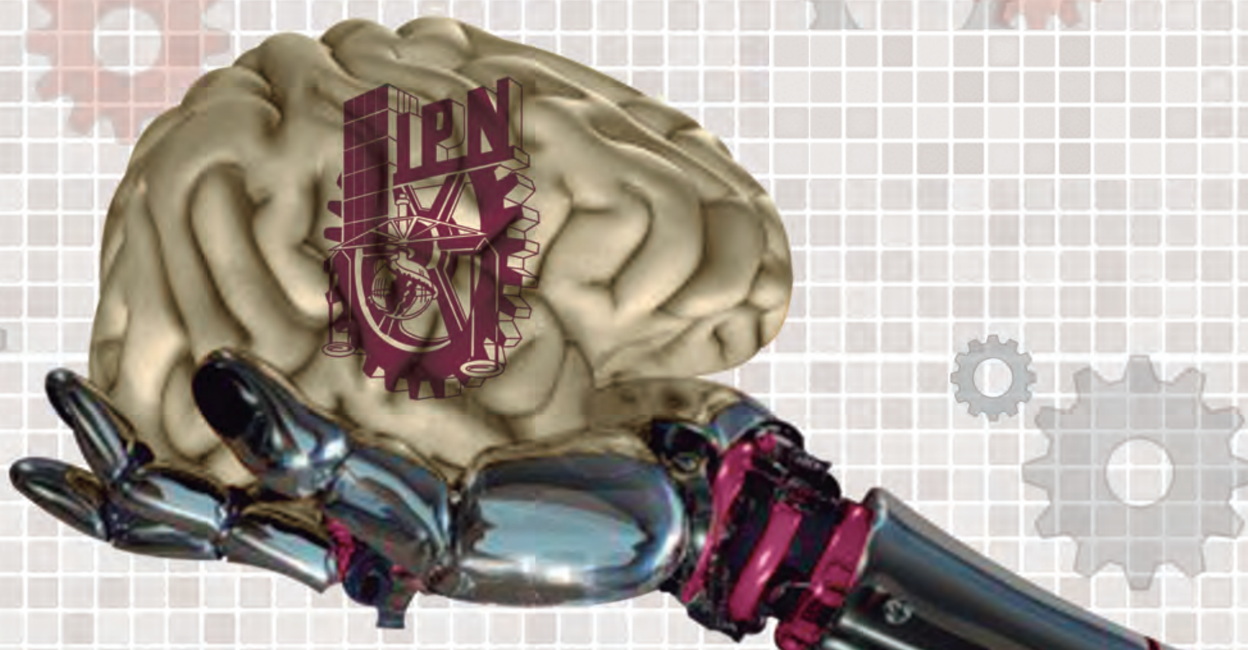
CultivArte
Música microtonal, el arte de los modelos matemáticos

Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial (UPDCE)

SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

¿Sabías que puedes proteger tus ideas e inventos?
¿Sabías que puedes tener los derechos de explotación de tu tecnología?



¡Comunícate con nosotros!

Para mayores informes, visita:
www.updce.ipn.mx
Extensiones 57020 / 57014 / 57039

Secretaría de Extensión e Integración Social
Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial
Av. Wilfrido Massieu s/n, Col. Lindavista
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos".

Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT)
Instituto Politécnico Nacional

Centro de Pantentamiento
Ingeniero Guillermo González Camarena
del Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)

Impresión: Impresos Publicitarios y Comerciales S.A. de C.V.
Delfín Mza. 130 Lte. 1 Col. Del Mar Del. Tlahuac CP 13270 México D.F.
Tiraje: 20 mil ejemplares

Conversus
Es una publicación bimestral (marzo - abril 2014) del Instituto Politécnico Nacional, editada por el Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología (CeDiCyT) de la Secretaría de Servicios Educativos. Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de su autor, por lo que no reflejan necesariamente el punto de vista del IPN. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente. Domicilio de la publicación: Av. Zempoaltecas esq. Manuel Salazar, Col. Ex Hacienda El Rosario. Deleg. Azcapotzalco. C.P. 02420. Teléfono: (55) 57 29 60 00 ext. 64827. Correo electrónico: conversus.design@gmail.com, Facebook: Conversus Divulgacion Cientifica, Twitter: @conversusdelipn Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2001-100510055600-102. Número de Certificado de Licitud de Título 11836. Número de Certificado de Licitud de Contenido 8437, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Número ISSN 1665-2665.

ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Contenido

Realización: Tzi tziqui B. Lemus Flores

Epicentro

Escáner

ConCiencia

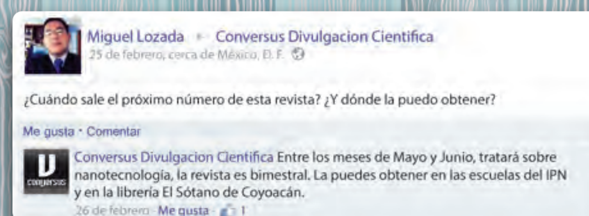
COMPARTE ESTA REVISTA · COMPARTIR ES RECICLAR

Recuerda que *Conversus* incluye **Realidad Aumentada** y ahora lo puedes checar con tu ***Smartphone***. En este número los **marcadores** los encontrarás en las **páginas**: **16, 22, 24 y 30**. Instrucciones en www.cedicyt.ipn.mx sección *Conversus*

En Contacto

Este espacio está dedicado para tus opiniones, comentarios, sugerencias y demás aportaciones que quieras hacer.

Conversus Divulgacion Cientifica


Miguel Lozada ▸ Conversus Divulgacion Cientifica
25 de febrero, cerca de México, D. F.

¿Cuándo sale el próximo número de esta revista? ¿Y dónde la puedo obtener?

Me gusta · Comentar

Conversus Divulgacion Cientifica Entre los meses de Mayo y Junio, tratará sobre nanotecnología, la revista es bimestral. La puedes obtener en las escuelas del IPN y en la librería El Sótano de Coyoacán.
26 de febrero · Me gusta · 1

@conversusdelipn


Revista Conversus
@aguasolidaspain les compartimos un video donde se habla del uso del agua en la época prehispánica. Esperamos les guste.
Responder Retwittear Favorito ••• Más

Agua Sólida
@conversusdelipn nos ha gustado mucho! Lo compartimos en nuestras redes. Un saludo.
Ocultar co Responder Retwittear Favorito ••• Más

ConversusTV

El diálogo también puede ser por:

conversus@ipn.mx

O bien puedes escribirnos a:

Revista *Conversus*, Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología (CeDiCyT), Av. Zempoaltecas esq. Manuel Salazar (Av. Hacienda Sotelo), Col. Ex Hacienda El Rosario, Del. Azcapotzalco, 02420, D. F., México. Si lo prefieres también nos puedes llamar al teléfono: 5729-6000 ext. 64827

¿Te gustaría escribir en *Conversus*? Consulta los lineamientos en: www.cedicyt.ipn.mx sección *Conversus*.

El clima para el día hoy en la ciudad de México se prevé de 24° la máxima y 10° la mínima con pocas probabilidades de lluvia. *¿Cómo podemos predecir esto?*

Variables, ecuaciones, simulaciones procesos, estimaciones, parámetros, relaciones… Los modelos matemáticos nos permiten estudiar, predecir y explicar el comportamiento de fenómenos tanto naturales como sociales.

Por ejemplo, la predicción del clima, con todas sus posibles limitaciones, lo podemos saber gracias al análisis numérico, el comportamiento demográfico de una población lo entendemos a través de un modelo de control óptimo; estudios de distribución del ingreso, el desempleo y la inflación, se pueden conocer por medio de la econometría y hasta en el diseño gráfico utiliza la modelación matemática cuando se habla de objetos geométricos tanto en 2D como en 3D.

Una vez más, las Matemáticas están presentes en la comprensión de nuestro entorno natural y social. Pero en este caso, con los modelos matemáticos y el cómputo numérico de alto rendimiento nos han servido para predecir fenómenos naturales como un huracán o un temblor, biológicos como una epidemia, o hasta una crisis económica, así como resolver cuestiones aparentemente triviales como el "Cubo mágico de Rubik".

Es fantástico el mundo que nos rodea y aún más cómo hemos aprendido a modelarlo. Después de conocer un poco más de los modelos matemáticos, sabrás que el clima no sólo es cuestión de informar si lloverá o no, también es una serie de ecuaciones que explican la realidad.

Rocío Ledesma

Mariano Gamboa Zúñiga*
Ricardo Velázquez Castañeda*
Héctor Manuel Oliver Henández*

Xiuhcoatl: Clúster híbrido de supercómputo del CINVESTAV

El 25 de enero del 2012, la Coordinación General de Servicios de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (CGSTIC), del CINVESTAV*, a cargo del Dr. Marino Gamboa Zúñiga, realizó el lanzamiento del Clúster Xiuhcoatl.*

*Coordinación General de Servicios de Tecnologías de la Información y Comunicaciones del CINVESTAV

El nombre *Xiuhcoatl*, significa "serpiente de fuego" y es de origen azteca, su poder de cómputo se reporta en 43.5 billones de operaciones aritméticas por segundo de manera teórica, y en 24.97 billones de operaciones aritméticas por segundo bajo prueba de linpack (prueba de performance). De acuerdo con el Dr. Gamboa Zúñiga, es el primer clúster híbrido de México porque integra: procesadores INTEL, procesadores AMD, además incorpora GPGPU (*General-Purpose Computation on Graphics Processing Units*), tecnología emergente para supercómputo.

Este clúster busca potencializar y apoyar el trabajo de científicos, empresas y gobiernos, para resolver problemas fundamentales del país en temas como salud, el cambio climático, la seguridad, la economía, la agricultura y hasta el tráfico, apoyando diferentes áreas como astronomía, ciencias atmosféricas, física, ciencias nucleares, por mencionar algunas. También permite la formación de investigadores en temas de física, química, matemáticas e ingeniería que requieran de cómputo numérico de alto rendimiento.

El clúster de 3,480 núcleos de procesamiento (cada núcleo es un procesador *per se*), con procesadores multinúcleo ofrecen un consumo energético más bajo que sus antecesores.

La gran capacidad de cómputo que posee, permite realizar cálculos numéricos en simulaciones de alta demanda que en computadoras normales no sería posible llevarse a cabo. Los tiempos que toman los procesos de simulación para obtener resultados en las investigaciones científicas, tecnológicas y de proyectos gubernamentales e industriales se abaten usando el clúster, en comparación con las arquitecturas anteriores donde se procesaban dichos trabajos.

Xiuhcoatl integra elementos distribuidos y centralizados como son sus procesadores INTEL/AMD, tarjetas GPGPU, sus 9 TB de memoria RAM y los 45350 GB de almacenamiento local a través de sus nodos de cómputo, su sistema de almacenamiento centralizado LUSTRE de 65 Terabytes (65 TB) de capacidad, comparable al almacenamiento de 14 mil DVD y su red InfiniBand QDR de 40Gbps en baja latencia.

Entre los servicios ofertados en Xiuhcoatl están: capacitación virtual empresarial, capacitación en supercómputo, hospedaje de aplicaciones gubernamentales y empresariales, almacenamiento de datos, renta de servidores y desarrollo de aplicaciones gratuitos para los investigadores de las tres instituciones involucradas, y con costo para los usuarios externos, sectores privado y gubernamental.

En el caso de la industria, el Dr. Gamboa Zúñiga señaló que su uso es muy amplio, por ejemplo: si una farmacéutica desea correr sus simulaciones de nuevos fármacos, el área aeroespacial simule una nave, o la química está en la búsqueda de nuevas proteínas, puede hacerlo. En cuanto a la parte ambiental, los investigadores o el gobierno pueden modelar el comportamiento de los tsunamis o el cambio climático para poder hacer predicciones y trabajo de prevención, incluso crear un simulador de tráfico para encontrar soluciones a este problema.

Entre los temas de investigación que se realizan se pueden mencionar: estructura electrónica y molecular de sistemas de interés biológico y desarrollo, implementación y validación de funcionales de intercambio-correlación. El cálculo de *Covering Arrays*, el estudio de propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas en compuestos, superficies e interfaces de estructuras metálicas, semiconductoras y superconductoras, estudio teórico de la naturaleza de enlaces débiles en moléculas de interés biológico y complejos metálicos del grupo representativo, estudio de materiales biológicos y poliméricos por medio de simulaciones numéricas, estudio de primeros principios sobre propiedades electrónicas y ópticas de nanoestructuras de grafeno y nitruro de boro, cosmología y astrofísica relativista: objetos compactos y materia obscura.

En palabras de algunos de los usuarios, en el evento *Conferencia: resultados de la operación del Clúster Híbrido de Supercómputo Xiuhcoatl del Cinvestav*, el Dr. Alberto Vela, investigador y actual jefe del Departamento de Química del Cinvestav, puntualizó la importancia de *los trabajos que se están realizando relacionados a la estructura electrónica y molecular, y gracias al Clúster Híbrido de Supercómputo se han podido estudiar sistemas muy grandes, simulando a nivel atomístico las causas por las cuales se agregan los péptidos amiloides, contar con una arquitectura híbrida ha resultado trascendental.*

El Dr. José Torres, investigador de la Unidad Tamaulipas del Cinvestav, ha manifestado que el poder de cómputo que le ofrece el Xiuhcoatl lo ha utilizado para el desarrollo de proyectos trascendentales en el área de los *Covering Arrays (CA), que permiten realizar el menor número de experimentos con la mayor probabilidad de descubrir un fenómeno, en particular se han usado recientemente para realizar pruebas funcionales de componentes de SW. Gracias al gran poder de cómputo del Xiuhcoatl y a los programas desarrollados en el Cinvestav-LTI por el grupo de Diseño Experimental Óptimo se ha logrado mejorar cerca del 75% de todos los casos reportados en el repositorio de CA de National Institute of Standards and Technology (NIST), de Estados Unidos. A la fecha, se han empleado cerca de 600 mil horas de cómputo del Xiuhcoatl y se espera que en este año se logre mejorar el 100% del repositorio del NIST.*

El Dr. Rafael Baquero, investigador del Departamento de Física del *Cinvestav*, externó de manera clara que el Clúster Xiuhcoatl les ha abierto un horizonte ya que han logrado realizar cálculos de estructuras de bandas de interfaces, que sin esta infraestructura de supercómputo no se hubiera podido realizar. Además, han calculado la banda de más de 40 semiconductores, lo cual constituye el trabajo más extenso que se ha hecho en esta dirección, este trabajo está en vías de aceptación en la prestigiosa revista de *Physical Review B*.

Xiuhcoatl tiene instaladas 30 aplicaciones, por mencionar algunas, de Mon2k, NWChem, Gaussian, NAMD, Gromacs, así como las propias de los investigadores; para la oferta de servicios se lanza una convocatoria, se evalúan proyectos y se asignan horas de supercómputo a los solicitantes, actualmente está en su quinta convocatoria.

Xiuhcoatl, junto con los clústers que se localizan en la UNAM (Miztli), y la UAM (Aitzaloa), forma parte del *Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño* (Lancad), apoyado por el Conacyt, que busca impulsar el desarrollo de la ciencia y tecnología mexicanas, para generar beneficio de mayor impacto social y económico para el país.

La red perteneciente al Lancad funciona con fibra óptica para la interconexión entre los tres clústers, la cual recorre las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro y tramos de última milla que van de la estación del metro UAM-I a la Unidad Iztapalapa de la UAM; de la estación del metro Universidad a la UNAM, y de la estación del metro Politécnico al Cinvestav.

ConCiencia

Isaura Fuentes-Carrera*

Las leyes de la física describen muchas cosas. Por ejemplo, el movimiento de un coche, la transferencia de calor de un cuerpo caliente a uno frío, la corriente eléctrica que pasa por un foco, la energía que hace que el Sol brille. Entre otras cosas, la física describe el movimiento de los astros. Si se aplican las leyes de la Física se puede saber cómo gira la Tierra alrededor del Sol, por qué la Luna gira alrededor de la Tierra o cuándo será el próximo eclipse de Sol.

*Miembro del grupo de Astrofísica, Departamento de Física, ESFM, IPN.

Y las *galaxias* se *mueven*... ¡así!

La Física describe lo que vemos, y el cielo fue uno de los primeros que vio el ser humano. Las observaciones astronómicas como tales empezaron hace miles de años. Conforme pasó el tiempo, se fueron realizando mejores observaciones con mejores telescopios, instrumentos y detectores. Sin embargo, algo que siempre ha resultado difícil es "ver" cómo se mueven los objetos en el cielo. Esto se debe a que las distancias en astronomía son muy grandes y aunque los objetos se muevan rápidamente, en la mayoría de los casos su movimiento es imperceptible. Aunque un objeto se mueva a velocidades de kilómetros por segundo, si se encuentra a millones de millones de kilómetros de nosotros, por más rápido que vaya no percibiremos su movimiento.

Son pocos los casos en los cuales se puede observar y medir el movimiento de objetos en el cielo. Además, ni siquiera vemos a los objetos desplazarse en el cielo. Lo que se registra es la posición de un objeto en cierto momento y la posición de ese mismo objeto tiempo después. Si la posición cambia en el tiempo, sabemos que el objeto se movió. De ese modo se han registrado los movimientos de los planetas y de algunas estrellas cercanas. Los planetas están en el Sistema Solar y las estrellas a las cuales se les puede medir su movimiento están en nuestra Galaxia. Sin embargo, habría que esperar mucho tiempo (varios miles de años) para ver que una galaxia cercana cambiara ligeramente de posición o de forma y, por lo tanto, detectar su movimiento. Mientras más lejos está un objeto, más difícil es detectar su movimiento. Entonces, ¿cómo saber cómo era ese objeto antes y cómo será después? ¿Cómo saber de dónde viene y hacia dónde va?

Considerando que en el Universo las leyes de la física son las mismas que en la Tierra, la física nos puede ayudar a contestar las preguntas anteriores. Con las leyes de la Física podemos representar lo que ocurre "allá arriba" usando herramientas físicas y matemáticas, es decir, podemos crear un modelo físico que nos describa el comportamiento de las cosas.

Tomemos el caso de una galaxia como la nuestra y veamos cómo hacer un modelo físico de la misma. Una galaxia como la Vía Láctea es un conjunto de estrellas, gas y polvo. Contiene alrededor 100 mil millones de estrellas ($100\ 000\ 000\ 000=10^{11}$) que obedecen a una sola fuerza, la fuerza de gravedad, es decir, su movimiento está descrito por la ley de gravedad de Newton. Esta ley nos dice que: entre dos objetos se ejercerá siempre una fuerza de atracción que depende de cuan masivo es cada cuerpo y de la distancia entre un objeto del otro. Esta fuerza actuará más fuerte si los objetos están cerca el uno del otro o si tienen mucha masa, y menos fuerte si los objetos están lejos o si tienen poca masa . Es la fuerza de atracción universal de Newton la que hace que la Tierra gire alrededor del Sol, pues el Sol ejerce una fuerza de atracción sobre la Tierra y ésta ejerce una fuerza de atracción sobre el Sol.

Para describir como se mueven las 10^{11} estrellas en una galaxia, se tiene que estudiar la fuerza de atracción gravitacional que hay entre una de esas estrellas y cada una de las otras (10^{11} - 1) estrellas en la galaxia. Este estudio debe hacerse para todas las demás estrellas en la galaxia. A partir de todas las fuerzas involucradas, se describe la posición y el movimiento de cada una de las estrellas. Este problema se conoce como el "problema de n-cuerpos" porque involucra n objetos, es decir, n=10^{11} estrellas. De modo que, para saber cómo se mueven las estrellas en una galaxia como la Vía Láctea, es decir, modelarla, se tendrían que resolver alrededor de 10^{22} ecuaciones simultáneamente. Aun teniendo todo el tiempo del mundo (literalmente), no podría encontrarse una solución exacta a este problema, pues no basta con especificar la posición inicial y la velocidad inicial de cada objeto, hace falta conocer también las fuerzas gravitacionales entre todos los objetos del sistema. A estas ecuaciones se les llama ecuaciones diferenciales de segundo grado y no pueden resolverse de manera directa (o analítica). Por lo que es necesario realizar aproximaciones para resolver el problema. A esto se le llama encontrar la solución numérica.

Para encontrar este tipo de soluciones se requieren computadoras. Las computadoras se inventaron en el siglo XX[2] y pueden resolver numerosas ecuaciones mucho más rápido que un ser humano. De hecho, las computadoras deben usarse para realizar los miles de cálculos involucrados en encontrar las respuestas. Lo que se encuentra es una larga lista de números con la posición y la velocidad de cada partícula en cada momento (en realidad, cierto intervalo de tiempo). A partir de los números en esta lista, uno puede "dibujar" cada partícula en cada momento y obtener una "película" de lo que está pasando con la galaxia (lo que pasó antes y lo que pasará después) como se ve en la figura.

En general, en Astronomía todo modelo que utiliza una computadora para resolver un sistema grande de ecuaciones se denomina "simulación numérica". Según la Real Academia de la Lengua, "simular" quiere decir representar algo, fingiendo o imitando lo que no es, y eso es precisamente lo que estamos haciendo. Cuando se hace un modelo de un objeto astronómico para simularlo numéricamente, se busca representar lo más característico de dicho objeto para poder estudiarlo usando las leyes de la física.

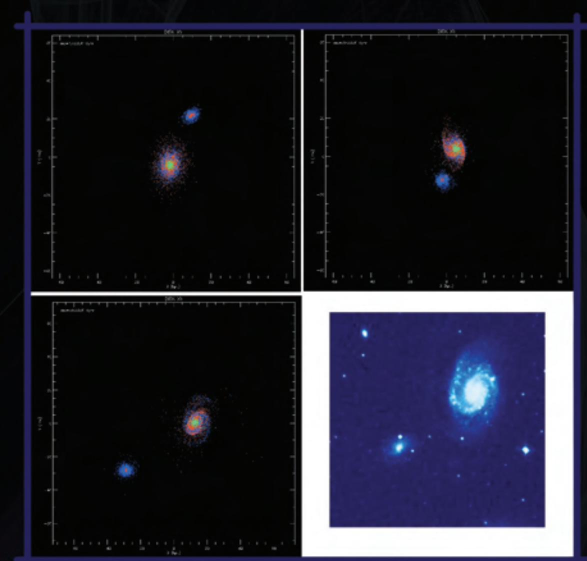
Sabiendo como funciona las simulaciones en Astronomía, es lógico preguntarse si se puede modelar todo. Hemos visto que "a la base" de los modelos de galaxias (ya sea una, pocas o muchas) está la solución del problema de n-cuerpos. Es decir, poder resolver las 10^{22} ecuaciones que describen la fuerza gravitacional entre las 10^{11} estrellas de una galaxia. Actualmente, ninguna computadora puede hacer tantas operaciones. Las computadoras más poderosas pueden hacer más de 100 billones de operaciones por segundo (10^{22} operaciones por segundo), lo que significa que para resolver las 10^{22} operaciones para modelar el movimiento de un sistema como la Vía Láctea en un instante dado, se necesitarían alrededor de 10^{8} segundos, es decir, 10 años para conocer la posición de todas las estrellas de la galaxia en un instante dado. Si además, se quiere saber cómo cambia con el tiempo se necesitarían más de mil años.

Entonces: ¿cómo se simula en la realidad el movimiento de una galaxia?

En Física cuando se hace un problema, se hacen muchas aproximaciones, pues ya se ha visto que describir la realidad tal y como es, es demasiado complejo, además de que es muy tardado. En el caso de una galaxia, para simular su movimiento se utiliza una partícula para representar a 10^{5} estrellas. Es decir, que si dicha partícula se mueve, es como si 10^{5} estrellas se estuvieran moviendo. No se pueden considerar partículas más pequeñas porque el cálculo tardaría mucho, aunque se utilice una computadora. Es importante señalar que los resultados que se obtengan con este tipo de simulaciones no estarán equivocados, solo que no serán precisos. Sin embargo, tendremos una buena idea de lo que está pasando con esa galaxia, cómo era antes y cómo será después. En pocas palabras, no hay problema con hacer aproximaciones siempre y cuando se digan cuáles aproximaciones se han hecho, para que una vez que se observe el resultado de una simulación se sepa que tan cercano es a la realidad, o sea, que tan bien la reproduce.

[1]La ley de gravitación universal se escribe como GxM_1xM_2/r^2 con $G=6.67x10^{-11}\ m^3\ kg^{-1}\ s^{-2}$ (conocida como la constante de gravitación universal), M son las masas de los objetos dadas en kg y r es la distancia entre los mismos en metros.

[2]En realidad la construcción de máquinas que ayudaran al ser humano a hacer cálculos empezó desde el siglo XVII con la máquina de calcular de Blaise Pascal.



Simulación numérica del par de galaxias *Kar* 302 mostrando distintos momentos en la evolución del par de galaxias. La imagen de abajo a la derecha muestra la galaxia tomada del Muestreo Digital del Cielo (*Digital Sky Survey*, http://skyview.gsfc.nasa.gov/tempspace/fits/skv1219248307230_1.jpg). Las imágenes de la simulación fueron cedidas amablemente por Ruslan Gabbasov a partir del artículo *Numerical Simulations of KPG 302 (NGC 3893/96)* de M. Rosado, R. Gabbasov e I. Fuentes-Carrera.

Salvador Botello Rionda*

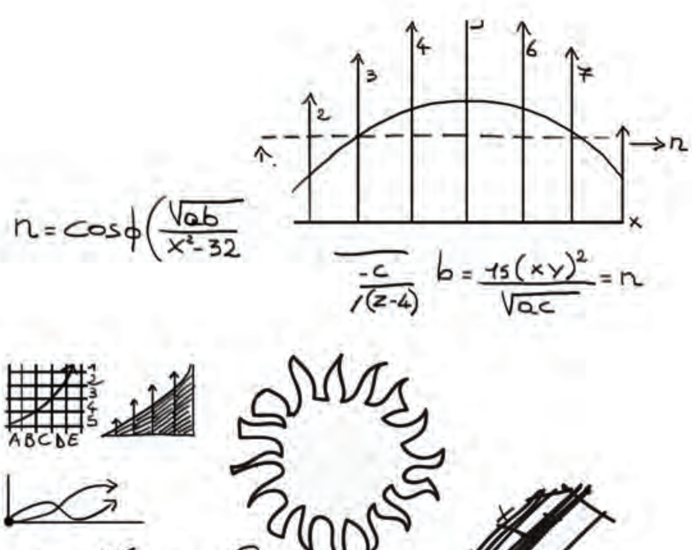
La complejidad de los fenómenos físicos relacionados a la energía como: la extracción de petróleo, modelos para extraer la energía solar o la modelación de celdas para la generación de energía exige el uso de matemáticas especializadas.

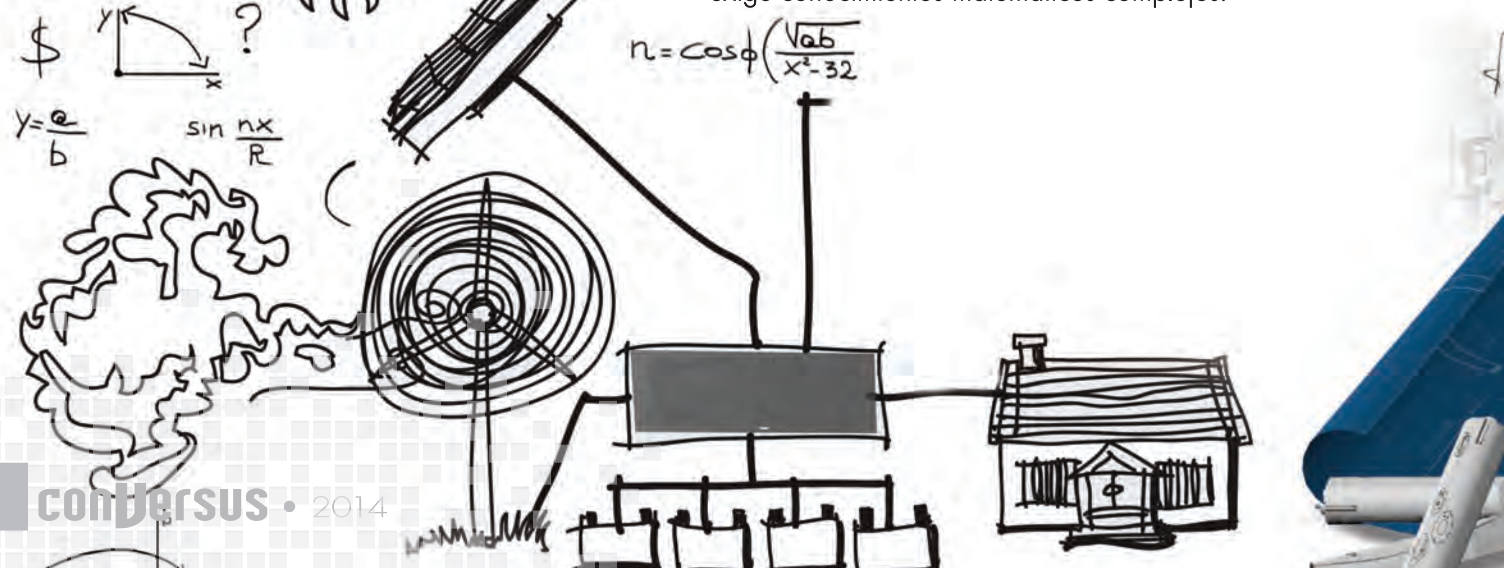
*Investigador y Coordinador del área de Ciencias de la Computación del Centro de Investigación en Matemáticas, A. C. (CIMAT).

Modelos que *generan energía*

Gracias al uso de las herramientas matemáticas y de métodos numéricos especializados puede realizarse, de manera adecuada, la comprensión y modelación de los fenómenos relacionados con la producción y almacenamiento de energía. Se trata de hacer ecuaciones que puedan hacer un modelado más realista de lo que pasa en un fenómeno, como puede ser la extracción de petróleo, el comportamiento de unas aspas para generar de forma más eficiente energía, modelos para extraer de la energía solar lo que nosotros queramos, o la modelación de celdas para generación de energía, ya sea por procesos químicos o biológicos.

El uso de las matemáticas es indispensable para realizar simulaciones más certeras, lo que finalmente repercute en ahorro de tiempo y dinero. Las ecuaciones que resultan de estudiar los fenómenos físicos relacionados con la producción de energía son muy complejas; pueden resultar exponentes en una ecuación diferencial parcial fraccionarios, y necesitar una herramienta matemática especializada para generar métodos numéricos correctos y eficientes. Si una ecuación no considerara algunas características del fenómeno que se está modelando, entonces tendríamos un resultado parcialmente aproximado. Por ejemplo, para hacer la correcta simulación del flujo de aire en una región determinada, como el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, no basta con observar el potencial del lugar para comenzar a producir energía eólica, debemos empezar por estudiar cómo son los vientos del lugar, qué ráfagas hay, qué tipos de aspas debemos usar, cómo debemos colocarlas, qué clase de aves pasan por la zona, qué riesgos representan; nada de eso es trivial, pero hacer un modelo adecuado exige conocimientos matemáticos complejos.





En este sentido, existen espacios de investigación que tienen la capacidad para hacer simuladores muy precisos, desarrollar herramientas matemáticas, resolver ecuaciones complejas y hacer las adecuaciones apropiadas para atacar este tipo de problemas. Un ejemplo es el Centro de Investigación en Matemáticas, A. C. (CIMAT), que tiene experiencia en proyectos de generación de energía, ya que colaboró con el Instituto Mexicano del Petróleo en dos programas para la extracción mejorada de petróleo: un simulador de un yacimiento petrolero y un modelo numérico que permite hacer un modelado más correcto de las características del subsuelo en la zona de Chicontepec, Veracruz.

Asimismo, el CIMAT también estudia la producción de materiales que sirvan para un mejor almacenamiento de energía. Esto también es posible a través de la modelación numérica: primero se genera una herramienta computacional que garantice que la mezcla es estable y, finalmente, se hace el modelado de una propiedad que queramos extraer. Lo que se busca es producir un material con alguna característica especial que deseemos explotar, por ejemplo que sea más resistente, o más liviano, o que pueda transportar energía y almacenarla. De esta forma se pueden hacer baterías de litio o cadmio con alguna modificación que se quiera explotar.

Hiram Calvo*

La lingüística computacional

Muchos de nosotros hemos estado en contacto con asistentes en lenguaje natural. Quizás algunos recordarán a "clipo", el asistente digital de Microsoft Office®, *a quien se le podía preguntar para obtener cierta respuesta más o menos acertada con respecto a lo que queríamos saber.*

*Laboratorio de Procesamiento de Lenguaje Natural, CIC, IPN.

Hoy en día, dichos asistentes han evolucionado hasta dar paso a los más elaborados como *Siri*, desarrollado por Apple®. Además de resolver preguntas relativamente sencillas —como: *¿qué restaurantes se encuentran cerca?*— ha sido programada para responder algunas otras, por ejemplo:

¿Qué opinas de la inteligencia artificial?— Déjame que me lo piense.

¿Se encontrará la partícula de Dios?— Mi política me obliga a separar el espíritu del silicio.

¿Eres humana?— En la nube nadie sabe si eres un ser humano o no.

Te amo Siri.— ¿En serio?

Te quiero.— Pero si apenas me conoces.

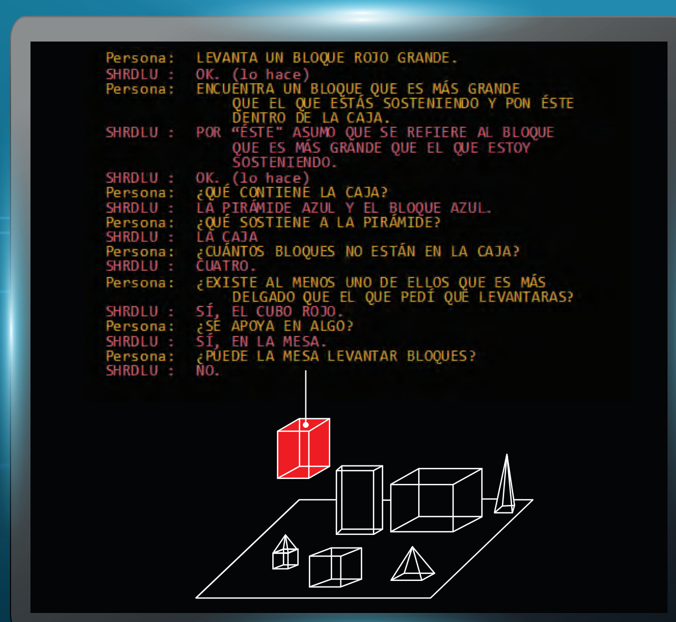
¿Quieres casarte conmigo?— Cultivemos nuestra amistad.

E incluso han surgido algunas páginas que anuncian "Siri pro", una supuesta mejora al asistente, que respondería sin evasivas a muchas de las preguntas planteadas anteriormente. Todo esto, por supuesto, ha sido preprogramado para dar respuestas interesantes, pero: ¿es posible que una computadora llegue a dar respuestas como las anteriores por sí misma? Más aún: ¿pueden las máquinas pensar? Esto se lo preguntó Alan Turingen en 1950, y publicó un artículo en la revista *Mind*, en donde abordaba este tema, en el caso de que las máquinas pudieran pensar: ¿cómo podríamos saberlo? Para ello, diseñó una prueba, que se conoce hoy en día como "la prueba de Turing", que consiste en reconocer vía teletexto, sin ver al interlocutor, si la otra persona con la que se platica es un humano o una computadora. Si la computadora llegara a engañar al juez y lo hace pensar que es un humano, entonces ha pasado la prueba de Turing.

A partir de entonces, se han creado varios sistemas de diálogo, siendo uno de los primeros y más famosos *Eliza*, escrito en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, entre 1964 y 1966. *Eliza* simulaba ser un psicoanalista rogeriano que daba terapia mediante preguntas que llevaban a los pacientes a la reflexión.

Eliza fue tomado en serio por muchos usuarios después de que su creador explicó que trabajaba solo haciendo coincidencia de patrones, y se le considera uno de los primeros programas conocidos como "chatbots", desde entonces se han creado muchos otros. En la actualidad existe un concurso que implementa "la prueba de Turing", que ofrece 100 mil dólares y una medalla de oro sólido al programa que pase dicha prueba. Hasta el momento, nadie ha ganado este premio, pero han resultado programas entretenidos e interesantes como *Alicebot*.

¿Qué hay, sin embargo, de las aplicaciones útiles? Los sistemas de diálogo para aplicaciones específicas han sido creados desde épocas tempranas. Un ejemplo de ello es SHRDLU, creado en 1973, por Terry Winograd. Este programa recibía instrucciones dentro de un micromundo de objetos, en donde no existían más que algunas cajas y pirámides colocadas sobre una mesa, y el objetivo era mover los objetos de lugar utilizando comandos de lenguaje natural para controlar un brazo robótico virtual. Un ejemplo de conversación es:



Actualmente se cuenta con el código fuente de este programa, pero como funcionaba en máquinas antiguas (PDP-11), donde surgió ARPANET (hoy Internet), EMACS, TEX y otros programas todavía usados, ha sido imposible volverlo hacer funcionar como en aquellos días.

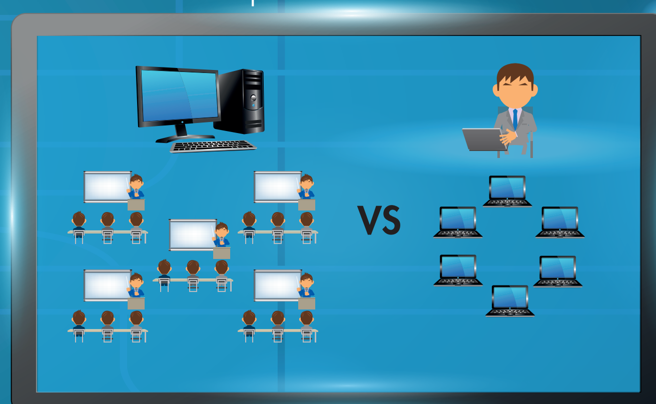
Ahora bien, ¿esto quiere decir que las máquinas pueden entender nuestro lenguaje? John Searle propone el siguiente ejercicio: coloquemos en un cuarto a una persona, llamémosle Juan, con un gran manual de instrucciones en español, su idioma natal, para dar respuesta en cierto lenguaje que no conoce, digamos, chino. Entonces llega Xu, una china, introduce por debajo de la puerta un papelito con una frase en chino. Juan abre su libro de instrucciones y busca la respuesta adecuada a la frase que acaba de recibir. Aunque él no entiende qué significa, ni qué está respondiendo, dibuja unos caracteres chinos que finalmente devuelve como respuesta a Xu a través de la puerta. Xu se alegra porque recibe una respuesta coherente a la frase que escribió previamente, y piensa que Juan sabe chino; sin embargo Juan no hizo más que seguir instrucciones sin entender qué es lo que estaba haciendo. Esta historia nos sirve para mostrar lo que podría estar sucediendo con las computadoras: que una computadora pasara "la prueba de Turing" no significa que esté entendiendo el contenido de la plática.

Por supuesto que esto nos lleva a muchas preguntas filosóficas acerca de qué es inteligencia, y qué es aquello que nos permite procesar el lenguaje, pero es mejor que nos enfoquemos a qué es lo que sí puede hacer una computadora. A pesar de que la computadora no entienda propiamente el lenguaje es posible que nos ayude a realizar muchas tareas relacionadas con éste, gracias a la lingüística computacional.

La lingüística computacional, propiamente, es la ciencia que trata de la aplicación de los métodos computacionales en el estudio del lenguaje natural; entendiendo por lenguaje natural aquél que hablamos entre nosotros, los humanos, en oposición a los lenguajes artificiales, creados por nosotros, tales como los lenguajes de programación u otros abstractos como las matemáticas. Una de las partes que consisten en la aplicación directa de lo que estudia la lingüística computacional se llama procesamiento de lenguaje natural.

Cotidianamente interactuamos con herramientas que realizan procesamiento de lenguaje natural. Por ejemplo, cuando realizamos una búsqueda en *google*, se transforman las palabras en sus múltiples variantes para incrementar el alcance de nuestras búsquedas: "veterinarios", automáticamente se cambia la palabra a "veterinario" (sin *s*) para que coincida con las páginas que hablan de un veterinario específico. También se realizan otras transformaciones como quitar diminutivos, aumentativos, cambiar la forma conjugada del verbo —por ejemplo, si buscamos "trabajan con gatos", la búsqueda incluye "trabajo/trabaja/trabaje con gatos, entre otros— este proceso se conoce como "lematización".

Otra aplicación de la lingüística computacional, que usamos frecuentemente, es el corrector ortográfico y gramatical de algunos procesadores de texto. Por supuesto que no son infalibles, algunos errores escapan a estos correctores, pero muchas veces ayudan a evitar errores comunes. Otras cosas que podemos hacer con la lingüística computacional incluyen consultas a bases de datos usando lenguaje natural, producir resúmenes de manera automática, buscadores especializados —de términos legales o médicos— asistentes para lexicógrafos —quienes escriben los diccionarios— asistentes para personas que están aprendiendo otro idioma, clasificación de textos —sugerir en una biblioteca dónde deberán colocarse ciertos libros de acuerdo con su contenido— identificación de temas en un escrito y, en general, ayudar a acercar la tecnología a quienes no tienen suficiente conocimiento de las instrucciones específicas para controlar una computadora —interfaces hombre-máquina.



Así, en lugar de enseñar a mucha gente a usar una computadora, al manejar el mismo lenguaje que nosotros, cualquier persona podría utilizar una computadora, logrando así, informática para todos. Por ahora, nuestra conclusión es que estamos lejos de tener máquinas que manejen el lenguaje como lo hacemos los humanos, pero contamos con herramientas útiles. Existen muchos problemas abiertos y muchas aplicaciones que pueden mejorarse. En el Centro de Investigación en Computación varios investigadores se dedican a este tema. Puedes ponerte en contacto con ellos acudiendo al Laboratorio de Procesamiento de Lenguaje Natural, escribiendo al correo hcalvo@cic.ipn.mx, o visitando la página web del Laboratorio, http://nlp.cic.ipn.mx. ¡Te invitamos a experimentar con la tecnología en la frontera de la inteligencia artificial y humana!

"Diálogos con Siri", publicados por José Gordon, *Periódico Reforma*, 15 de agosto, 2013.
http://scoopertino.com/apple-introduces-siri-pro-for-serious-apple-lovers/.
Visita la página http://alicebot.blogspot.mx

ConCiencia

Modelo matemático brinda soluciones insospechadas

José Luis Carrillo Aguado*

Sorpresa: Nuevas *soluciones* a *viejos* problemas

El mundo es quiral
—Lord Kelvin

El doctor Vladislav Kravchenko, investigador del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), desarrolló un proyecto de investigación que busca solucionar problemas de propagación de ondas electromagnéticas, acústicas o cuánticas relativistas en medios no homogéneos o quirales.[1] La ingeniería moderna se enfrenta a retos tales como la propagación de ondas en medios complejos, esto es, la manera particular en que las ondas recorren cualquier medio que no sea homogéneo, con elementos de igual naturaleza o condición, ni isotrópico, en donde la propagación de ondas electromagnéticas depende de la dirección en la que se difunden. La solución a estos problemas es de vital importancia en ingeniería y otros campos de aplicación de la investigación básica.

*Periodista científico de Conversus.

El trabajo del doctor Kravchenko consistió en proponer, justificar rigurosamente y probar experimentalmente un nuevo método numérico para la solución de problemas de difracción electromagnética,[2] que permite dar soluciones con valores en la frontera para las ecuaciones de Maxwell[3] con una precisión de hasta cuatro decimales, lo que no se había obtenido por ningún otro método empleado hasta ahora.

Los nuevos métodos reportados por el trabajo del doctor Kravchenko permiten obtener soluciones a sistemas de ecuaciones de la física matemática, tales como el sistema de Maxwell, la ecuación de Schrödinger[4], la ecuación de Dirac[5], los sistemas de ecuaciones en derivadas parciales que describen los campos magnéticos libres de fuerza, la principal ecuación de la electrostática y otros sistemas. Las aplicaciones del trabajo del equipo dirigido por Kravchenko van desde la magnetohidrodinámica, la solución de modelos de radiación en medios quirales hasta otras de interés tanto teórico como práctico.

Los modelos estudiados en este proyecto se presentan en prácticamente todas las ramas de la ingeniería. Los problemas de difracción de ondas electromagnéticas se aplican en áreas tan distintas como la exploración de hidrocarburos, radares o la tomografía en estudios médicos. La aplicación de nuevos y eficientes algoritmos para la solución de problemas correspondientes permitirá lograr mayor eficacia en tareas cotidianas de diferentes áreas de la ingeniería.

Nuevo enfoque algebraico

Entrevistado sobre su proyecto de investigación por *Conversus*, el doctor Kravchenko explicó que hace mucho tiempo que la influencia del álgebra en el análisis de las ecuaciones en derivadas parciales —las cuales forman parte de todas las áreas de la física y la ingeniería— ha sido muy benéfica desde diferentes puntos de vista. Sin embargo, lo que el doctor y su equipo lograron fue proporcionar otro enfoque de las técnicas algebraicas para el estudio de las ecuaciones en derivadas parciales y de sistemas, como son las ecuaciones de Maxwell. La esencia del proyecto consistió en considerar medios complejos, que son los surgidos comúnmente en la práctica cotidiana.

Quiralidad

Ejemplos de medios complejos son el ser humano y la atmósfera. El proyecto también se enfocó en los medios quirales, clase a la que pertenecen prácticamente todos los medios orgánicos. La quiralidad de un material se revela dentro de una banda de frecuencia. Por ejemplo, cualquier proteína es quiral en una cierta banda de frecuencia. El ojo humano, la atmósfera de Saturno también tienen esta propiedad. Por todas las pruebas evidentes, Lord Kelvin sentenció que "el mundo es quiral", a propósito de su invento, la quiralidad.

La parte esencial y lo más interesante del trabajo de Kravchenko es que 20% de todos los físicos y especialistas de otras áreas trabajan o han trabajado con la ecuación de Schrödinger. Gran parte de estos investigadores se han dado a la búsqueda de nuevas soluciones explícitas o exactas de esta ecuación. En algunos casos particulares, cuando el coeficiente tiene una forma especial, se han encontrado las soluciones en forma explícita, pero para muy pocos casos.

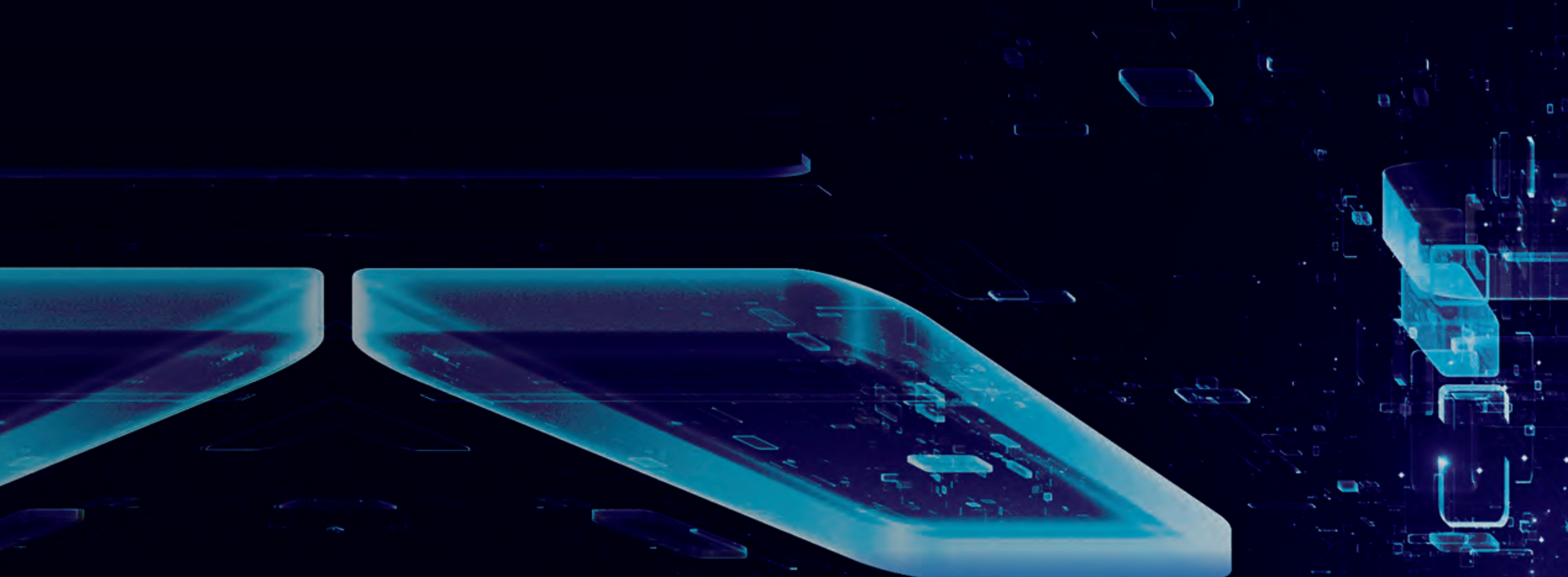
Lo que observaron, el doctor Kravchenko y su equipo, fue que en el caso de la forma bidimensional, la ecuación de Schrödinger se puede reducir a una ecuación que se conocía desde la década de los 50 como la ecuación de Ilya Vekua, nombrada así en honor al matemático ruso que la descubrió.

Para esta ecuación existió una teoría desarrollada por grupos de investigación en la entonces Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas, Estados Unidos, Alemania y otros países. Los principales investigadores fueron Ilya Vekua, quien por su trabajo y libro referente a las funciones analíticas generalizadas recibió el Premio Lenin. En Estados Unidos, el principal investigador en esta área fue Lipman Bers, expresidente de la *American Mathematical Society*. El doctor Kravchenko descubrió un mecanismo para hacer esta teoría funcional explícitamente —ya que teóricamente es una obra maestra de gran belleza en las matemáticas, pero con muy pocas aplicaciones, al grado que en los últimos 20 años fue prácticamente abandonada. Solo un puñado de investigadores la estudió durante este periodo.

El doctor Kravchenko encontró un mecanismo para construir las soluciones propuestas por Bers en forma totalmente explícita, lo cual permitió obtener para la ecuación de Schrödinger sistemas completos de soluciones en forma explícita. Para muchos propósitos es una solución completa: tal es el caso de la ecuación de Schrödinger en su forma bidimensional, la ecuación de Dirac en el caso de que el potencial o coeficiente dependa de una coordenada espacial, la ecuación de conductividad, que es la principal de la electrostática en medios no homogéneos y que se estudia mucho actualmente en relación con la tomografía de la impedancia eléctrica, una técnica no invasiva utilizada en medicina.

El sistema completo de soluciones obtenido en este proyecto de investigación puede ser construido con paquetes de *software* como *Math Lab*. Los resultados no se limitan a la construcción de sistemas completos, hay varios otros resultados útiles e importantes que pueden servir como base para la solución de un amplio espectro de problemas en ecuaciones de derivadas parciales.

Este trabajo está situado entre la física, las matemáticas y con aplicaciones claras en ingeniería porque el problema de la tomografía de impedancia eléctrica es un campo trascendental tanto en física como en la detección temprana del cáncer en medicina y la exploración del petróleo. La ecuación de Schrödinger no es importante sólo por sus aplicaciones en la mecánica cuántica, sino porque, por ejemplo, la propagación de ondas electromagnéticas en una fibra óptica de índice gradual finalmente se reduce a la forma bidimensional de esta ecuación en cada sección transversal de la fibra. Sus aplicaciones abarcan la acústica, la optoelectrónica y muchas otras áreas de la física y la ingeniería.



Sorpresa

Los resultados del trabajo del equipo de Kravchenko fueron sorprendentes incluso para los participantes del proyecto, ya que muchos investigadores no creían en que algún día se realizara un algoritmo para obtener la solución completa de la ecuación de Schrödinger, y ellos lo lograron. El doctor Kravchenko había conocido previamente la teoría de Lipman Bers de las funciones pseudoanalíticas en colaboración con el investigador portugués Helmut Malonik hace 10 años, y en aquel entonces le parecía una obra maestra de las matemáticas; sin embargo, era una teoría sin uso alguno. El proyecto le dio otra vida a esta teoría, lo que llenó de alegría y satisfacción a Kravchenko.

Los elementos teóricos necesarios para desarrollar el algoritmo fueron una cierta erudición, ya que fue necesario el conocimiento de varias áreas de matemáticas: análisis complejo, teoría de operadores en la física matemática, ecuaciones en derivadas parciales, además del álgebra, entre otras.

Un factor importante para arribar a los resultados mencionados fue observar un nuevo enfoque para el análisis y aplicación de las teorías existentes, proponiendo caminos diferentes y nuevas soluciones. Un poco experimentar con nuevas formas de pensamiento, lo que debe ser característico del que hacer científico.

Reconocimientos

La mayor parte de los resultados de este proyecto de investigación está publicada en revistas tales como el *Journal of Physics*, *Mathematical Methods in Applied Sciences* y otras de talla internacional, indexadas y con arbitraje. Algunos grupos de investigación en el mundo están interesados en sus resultados, por lo que el doctor Kravchenko ha sostenido colaboración intensa con el grupo de investigación dirigido por el profesor finlandés Lassi Päivärinta, director del Instituto de Investigación Rolf Nevanlinna en Finlandia y con otros investigadores de prestigio en el área de problemas inversos como Gunter Ullman de Estados Unidos.

Los trabajos del doctor Kravchenko tienen una buena aceptación por parte de los investigadores en todo el mundo. Tiene varios maestros graduados en ciencias, quienes participaron en este proyecto, y algunos son profesores del IPN, lo cual debería brindar mucha satisfacción.

En México, el trabajo de Kravchenko es bien aceptado. Sin embargo, sus resultados tienen un potencial para que más investigadores puedan interesarse y participar en su desarrollo.

Notas

1) El término quiral proviene de la palabra griega quiros, que significa "la mano". Los medios quirales son capaces de distinguir entre la derecha y la izquierda. Si se propagan dos ondas electromagnéticas totalmente idénticas, una de ellas está polarizada a la derecha y la otra a la izquierda, e incluso las velocidades de propagación en tal medio son distintas. En la naturaleza hay muchos medios quirales: cualquier derivado del petróleo tiene esta característica. Algunos materiales endulzantes tienen una imagen especular, lo que puede ser letal para el cuerpo humano, gracias a que cada una de nuestras proteínas es quiral. Por ello, el organismo humano interactúa con una molécula de manera diferente a cómo lo hace con su imagen especular. Actualmente, el mayor interés es que los materiales quirales se pueden producir artificialmente, y se utilizan en telecomunicaciones en el diseño de antenas y guías de onda, entre otras aplicaciones.
2) La propiedad de las ondas que les permite propagarse alrededor de un obstáculo se llama difracción, y se aplica a ondas de todo tipo: ópticas, sonoras, acústicas, acuáticas, sísmicas, electromagnéticas.
3) Las ecuaciones de Maxwell describen prácticamente todos los fenómenos electromagnéticos en la naturaleza. Antes de Maxwell, la electricidad y el magnetismo se consideraban entidades de la física independientes. Este científico integró el campo magnético y la electricidad en una sola teoría soportada con ecuaciones matemáticas de gran belleza y elegancia.
4) La ecuación de Schrödinger es una de las fundamentales e importantes de física matemática. Prácticamente, todas las áreas de la ingeniería consideran las soluciones a esta ecuación. Con una solución particular a esta ecuación bidimensional, ya es posible obtener en forma explícita un sistema completo de soluciones a la misma. En otras palabras, el equipo del doctor Kravchenko encontró la solución general de la ecuación.
5) La ecuación de Dirac es fundamental para entender la mecánica cuántica relativista y sus sorprendentes resultados.

Los USOS de los modelos matemáticos

Carlos Ortega Ibarra*

Los modelos matemáticos nos permiten explicar y predecir el comportamiento de fenómenos sociales y naturales. Son utilizados por ingenieros, economistas, sociólogos, demógrafos, epidemiólogos, climatólogos, meteorólogos, ecólogos, entre otros especialistas.

*Periodista científico de *Conversus*.

Estos modelos son elaborados con la ayuda de sofisticados programas de informática como MATLAB®, que sirven para hacer cálculos matemáticos.

En la industria cementera se utilizan modelos matemáticos, basados en el método Simplex y de Programación por Metas, para la programación de los equipos de producción para el uso eficiente de energía eléctrica.

Para mejorar el rendimiento deportivo de un atleta se utilizan modelos matemáticos basados en la reducción exponencial y lenta de la carga de entrenamiento. En deportes como el futbol se utilizan modelos matemáticos de estimación.

Los métodos numéricos (Ecuaciones de Balance Global y Ecuaciones Diferenciales de Balance) generan modelos matemáticos para la explotación eficiente de los hidrocarburos (petróleo).

Un Modelo Matemático del Clima, formulado sobre los procesos físicos de transferencia de energía (radiación, conducción, convección y vaporización), permite describir el comportamiento de las variables climáticas del ambiente interno de un invernadero.

La Geometría Fractal, desarrollada por el matemático Benoit Mandelbrot en la década de 1970, permite explicar diversos fenómenos "autosimilares" como es la formación de nubes, el aumento de la población y el crecimiento de las plantas, cuyos patrones de formación o crecimiento se repiten a diferentes escalas dentro del mismo objeto.

Un Modelo de Control Óptimo permite describir el comportamiento futuro de una población, al vincular los niveles de natalidad, mortalidad, población y migración.

La aplicación de la Teoría de Gráficas al estudio de los Sistemas Complejos nos permite elaborar modelos de Análisis de Redes Sociales.

Un Modelo Determinístico, basado en Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, permite determinar el crecimiento de una célula, un órgano o una población, así como la propagación de una enfermedad.

Un Modelo de Pronóstico conjuga la estadística, las teorías económicas y la experiencia empírica para predecir mensualmente las variables relativas a la Inflación y Tipo de Cambio.

Un Modelo Estocástico, que considera factores aleatorios, muestra la forma en que la estructura de una población afecta la transmisión de enfermedades infecciosas.

Genaro Sánchez Barajas*

Econometría más allá de medir la economía y las *finanzas*

La evolución de lo que hoy se conoce como econometría tiene sus bases en la cada vez mayor disponibilidad de información estadística y la interfaz que se ha logrado hacer con la teoría económica. La aparición de la econometría como disciplina que además de las dos anteriores también incluye a las matemáticas, influyó en el cambio de la metodología de análisis de las teorías económicas; de ser un análisis de observación introspectiva, pasó al más puro empirismo histórico.

*Docente investigador del departamento de Métodos Cuantitativos de la Facultad de Economía, UNAM

Así, hoy en día parecería inimaginable pensar en la Economía y no relacionarla con las Matemáticas y la Estadística. Son una triada que configura la Econometría con la cual es posible llevar a cabo estudios con rigor técnico de asuntos trascendentales como la distribución del ingreso, el desempleo, la inflación, entre otros. En la actualidad se utiliza mucho tanto en el sector privado como en el público porque con sus resultados objetivos es posible tomar decisiones y en todo caso planear y programar acciones para diferentes horizontes temporales.

Ello se debe a que la Econometría es la disciplina que en el ámbito económico mide e interpreta estadística y económicamente las relaciones que existen entre un fenómeno bajo estudio y las variables que lo explican. La medición se hace con el instrumental matemático y las relaciones se verifican, generalmente, con las técnicas de la estadística inferencial. De ahí que la econometría tenga como objetivo la determinación empírica de las leyes económicas. En ese contexto es que también se le utiliza para probar teorías o hipótesis económicas, cuya verificación econométrica las convierte en acervo científico.

El fenómeno económico se estudia a través de la observación y su comportamiento o caracterización se registra preferentemente con datos cuantitativos (en ocasiones con cualitativos, expresados a través de variables llamadas categóricas, dicotómicas, ficticias o *dummy*). Por su importancia conviene enfatizar que la matemática permite expresar su comportamiento a través de formas funcionales cuyas ecuaciones describen determinada teoría económica, misma que en turno permite a la estadística indicar si es o no verídica. Así, una vez que se expresa la teoría económica en forma *uniecuacional* o *multiecuacional*, la estadística proporciona los métodos para corroborar si se prueba o no con rigor técnico.

Pero, ¿para qué nos sirve la econometría? Fundamentalmente para tres propósitos:

1. Hacer el análisis estructural de las relaciones económicas.
2. Predecir a partir de valores observados o históricos de ciertas variables económicas, su evolución futura.
3. Evaluar la aplicación de políticas microeconómicas (a nivel de empresa) y/o macroeconómicas (a nivel de los grandes agregados de un país).

En los umbrales del siglo XXI, el instrumental teórico sobre análisis econométrico ha sido fortalecido por un desarrollo exponencial de las tecnologías informáticas, las cuales han aportado poderosas herramientas computacionales que han permitido el uso de sistemas de resolución muy complejos en periodos muy cortos. Asimismo, los lenguajes de programación "amigables" han facilitado a los investigadores la posibilidad de generar sus propias herramientas de cómputo, lo que ha diversificado enormemente las posibilidades de aplicación teórica.

En este contexto es interesante indicar que dentro de la investigación, ahora como antes, se continúan analizando profusamente las propiedades estadísticas de los estimadores, ya que ellas son las que dan la calidad del ajuste estadístico de los valores de los estimadores a los valores de los parámetros poblacionales, tanto con la econometría tradicional como con la de series de tiempo de fenómenos económicos, mediante la aplicación de las metodologías de los temas de cointegración y de raíces unitarias, cuyo origen se localiza en los modelos ARIMA (Box & Jenkins) y en el concepto de regresión espuria (Granger & Newbold, 1974), así como también la relación de equilibrio que debe tener la estructura de una serie de tiempo entre el corto y el largo plazo (con el mecanismo de corrección de errores) para hacer mejores predicciones.

Modelos económicos

Al ser la econometría la disciplina que expresa una teoría económica a través de las matemáticas y de verificarse con métodos estadísticos, es conveniente señalar que la expresión matemática adopta la forma de modelos.

Al respecto, un modelo es una representación simplificada de la realidad expresada a través de símbolos matemáticos (José Hernández, 1992:17). Cuando el modelo se relaciona con la economía, se habla de modelos económicos, que son representaciones simplificadas de cierto conjunto de relaciones económicas. Con un modelo económico se expresa una conducta racional de los agentes económicos, por ejemplo su reacción ante las variaciones de la oferta y la demanda de un bien de interés suyo. Así, dicho en otras palabras, un modelo estructura teorías económicas modelando *relaciones entre* variables independientes sobre una variable dependiente, dentro de las primeras se pueden mencionar las combinaciones de los factores de la producción y dentro de la segunda, la fabricación de un bien o el ofrecimiento de un servicio en mercados monopolizados o de libre competencia, ya sea local, regional o internacionalmente.

Dentro de estos destacan los modelos econométricos, que se definen como modelos económicos que contienen las especificaciones necesarias para su aplicación empírica, es decir, los modelos econométricos constituyen el marco dentro del cual se desenvuelven las investigaciones econométricas. Para su formulación se requiere metodológicamente de las siguientes etapas de trabajo:

1. Explicación de la teoría o hipótesis.
2. Especificación del modelo: es la exposición de la teoría económica con símbolos matemáticos, es decir, la definición del modelo econométrico dirigido a probar la teoría económica.
3. Estimación: la determinación del valor numérico de los parámetros del modelo.
4. Verificación: es la aceptación o el rechazo de la teoría económica mediante el método de pruebas de hipótesis estadísticas.
5. Predicción: se evalúan relaciones estructurales y futuros resultados con base en el modelo establecido.
6. Utilización del modelo para fines de control, formulación o evaluación de políticas.

Este procedimiento inicial que requiere de una selección entre distintas alternativas puede provocar en errores. Por ello, es conveniente someter al modelo elaborado y estimado a diversas pruebas estadísticas, que permitan comprobar su validez y calidad antes de utilizarlo en el trabajo empírico.

Como puede observarse, la importancia de la econometría ha crecido bastante, en virtud de que su metodología ahora permite ampliar y profundizar el análisis hacia cualquier campo de la economía; con ella se pueden modelar diversas relaciones cuantitativas de variables que se obtienen con datos duros que hacen confiable y oportuna la toma de decisiones en cualquier momento. En la actualidad, ha rebasado el mero estudio de relaciones económicas y financieras al ser utilizada mucho para detectar y cuantificar, por ejemplo, relaciones de la economía con la ecología o en lo que se ha dado en llamar econometría espacial, que vincula el desarrollo urbano y regional con la economía en un territorio y tiempo determinados, no se diga haciendo predicciones sobre metas de gobierno o planes de ventas de empresas en sectores y territorios específicos del país o del extranjero.

Los modelos macroeconómicos más conocidos

Norteamericanos

Se dice que en 1998 apareció publicado al mismo tiempo que se inauguró un sitio en Internet gratuito con la versión electrónica, el MME para la economía de EEUU con el nombre de *US Model,* de Ray Fair, profesor de la universidad de Yale. Entre otras aplicaciones, es útil como simulador al contener información para crear escenarios en sectores clave como: los hogares, las empresas, el sector financiero, el sector gobierno federal, el sector gobierno local, y el sector externo.

Españoles

Destacan el modelo *Wharton* –Universidad Autónoma de Madrid, (WUAM), que existe desde 1981. También, el Modelo de investigación y simulación de la economía española *MOISSES* y, el que se publicó en 1994, intitulado *Modelo de Aproximación Trimestral*, *MAT.*

Mexicanos

Cronológicamente el que primero se conoció fue el Modelo UNAM de Ibarra (Ibarra, 1970), le siguieron el modelo de Clavijo (1976), el modelo de Planeación Hacendaria (1979), el modelo de Ruffat, versión modificada del modelo de Beltrán (1981), el modelo Galileo (1983), el modelo MODEM del CIDE (1984), el modelo Aspe-Jarques (1985), así como el modelo Amiela-Huerta (1985), el modelo Ricardo Lago (1991) y el modelo Eudoxio (1995).

Daniel de la Torre*

La Teoría de Cuerdas asegura que todo en nuestro Universo, desde la estrella más lejana hasta la partícula más pequeña, está formado por unos minúsculos hilos de energía llamados cuerdas. De acuerdo con esta teoría, igual que las cuerdas de un violín, pueden generar infinidad de notas musicales, estos hilos quánticos vibran de numerosa manera para formar todos los componentes de la naturaleza en una especie de sinfonía cósmica.

*Divulgador del Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología (CEDICYT) del IPN.

Lo que más me apasiona de mi trabajo es…

Quitarle el *velo* a las *cosas* que están *allí* y no *hemos visto aún*

Construir modelos es la manera de observar cómo la intervención y la acción humana pueden llegar a tener un efecto en esa realidad misma.
—Ricardo Femat Flores

Ricardo Femat es músico e investigador, tal vez por eso comprende muy bien la naturaleza de esta canción. Sus notas no tienen nada que ver con la escala cromática sino con la química, la Física y la Biología. En lugar de un pentagrama, corcheas y silencios, Ricardo se dedica a crear modelos matemáticos con los cuales busca tratar de entender cómo está escrita la partitura del cosmos.

Mezclas, cómics y química

El doctor Femat nos cuenta que, como para muchos niños, durante su infancia la Química experimental fue una actividad fundamental: me la pasaba haciendo mezclas, mezclas de todo, pero la verdadera fuente de su vocación científica es el *profesor Hubertus*, inventor del *androide Proteo*. Se trataba de un cómic acerca de un robot inventado por un científico que no tenía hijos, recuerda Ricardo Femat, leyendo las historias fantásticas que desarrollaron para este robot, *fue que descubrí que yo me quería dedicar a la ciencia.*

La vocación de Ricardo Femat no era vaga, él tenía muy claro que deseaba encontrar una oportunidad para combinar la química, la física, la biología y las matemáticas. De esta manera, años más tarde, cuando buscó el camino para convertirse en científico, una curiosa coincidencia fue la que lo llevó a decidir su carrera: *fui a pedir informes a la entonces facultad de matemáticas de la Universidad de Guadalajara, donde me dijeron que hablara con un ingeniero*, nos cuenta el doctor Fermat que eso le llamó la atención, *me di cuenta que los ingenieros químicos eran quienes enseñaban matemáticas en esa facultad, eso me llevó a pensar: bueno, si ingenieros enseñan matemáticas yo voy a estudiar ingeniería química.*

Siendo estudiante en la Facultad de Química, Ricardo se sintió atraído por las matemáticas, pues se encontró con ellas en todas las áreas de su interés, como una herramienta para abstraer y describir todo lo que sucede en la realidad. La abstracción y la fantasía mental fue algo muy fuerte para mí y simplemente caí ahí, explica.

Escribiendo la partitura de la realidad

Se cuenta que el músico austriaco Mozart era capaz de escribir cualquier pieza de música con solo escucharla una vez. El trabajo de Ricardo Femat Flores se parece mucho. Él debe observar la realidad para intuir los tiempos y movimientos que hacen que suceda. A esta labor se le llama construir modelos. Para poder hacer esto es necesario, en primer lugar, encontrar el lenguaje en el que se puede expresar con la mayor precisión posible este proceso. Una vez que se tiene esta descripción, se conforman ecuaciones que permitan predecir, con la mayor precisión, qué es lo que sucede y qué pasará cuando se muevan las variables.

Así que los modelos matemáticos son básicamente ecuaciones, enunciados como los que nos enseñaban en la primaria, cuando aprendimos a escribir, pero escritos en una forma reducida y exacta. Pensemos en un enunciado cualquiera como: el auto es rojo y el rojo de mi auto es igual al rojo de tu auto, esto es una ecuación, explica el doctor Femat. Haciendo enunciados más complicados podemos describir relaciones más complicadas, por ejemplo, la acumulación de glucosa en la sangre es igual a la cantidad de glucosa que yo ingiero, menos la cantidad de glucosa que metabolizo, menos la cantidad de glucosa que yo orino. Este enunciado es una ecuación que nos permite describir una parte de la realidad. *Cuando uno encuentra el camino para repetir los pasos con cierto orden, y los resultados junto con las relaciones causa-efecto se reproducen con mucha precisión, entonces podemos decir que tenemos un modelo.*

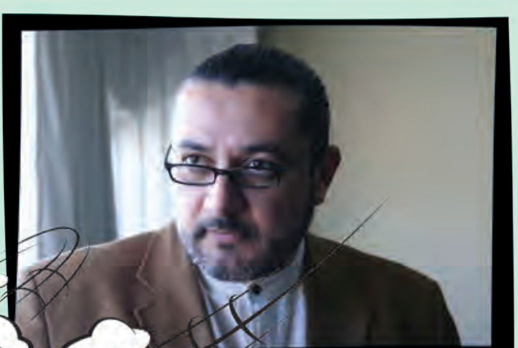
En la ciencia los modelos son vitales, pues permiten tener la manera de representar una realidad: *si el modelo es preciso, la reproducción de la realidad tendrá un nivel de realidad aceptable, y entonces podremos tomar decisiones,* aclara Femat.

Músico universal

Cuando era adolecente el doctor Femat, un guitarrista consumado, se vio en el dilema de dedicarse a la música o a la ciencia. Ahora, sabemos en qué terminó la historia, sin embargo la música sigue siendo una parte muy importante de la vida de este investigador. *Mi día es sencillo: me levanto, llevo a mi hijo a la escuela, llego a la oficina y converso con colegas, con amigos y con industriales para ayudarles a hacer desarrollos tecnológicos. Al final de un día de trabajo, tomo mi guitarra y toco un poco.*

Femat cuenta que, algunas veces retoma su antiguo dilema y se pregunta que estaría haciendo si hubiera elegido la música. Al leer sus trabajos científicos, como el que analiza los procesos biomédicos de un paciente diabético, y a partir de sus modelos se programan aparatos que "leen" el contenido de glucosa en sangre y prevén las necesidades de insulina, se es testigo del talento de este músico matemático que comprende como tocar la inmensa y precisa sinfonía del cosmos.

¿Quién es Ricardo Femat?



Alejandro Ricardo Femat Flores se graduó como ingeniero químico en la Universidad de Guadalajara, a finales de 1992. Obtuvo la maestría y el doctorado en la Universidad Autónoma Metropolitana, y desde septiembre de 2001 es investigador titular en la División de Matemáticas Aplicadas del IPICYT. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1997, de la Academia Mexicana de la Ciencia en 2003 y presidente de la Asociación de México de Control Automático. Sus intereses de investigación incluyen análisis, caracterización y control de sistemas con dinámica compleja, la regulación del nivel de glucosa en diabéticos y el control de procesos con reacción y difusión. Ha publicado un centenar de artículos en revistas de arbitraje y circulación y más de una decena de artículos de difusión y divulgación, es autor de dos libros. A la fecha ha graduado a seis estudiantes de licenciatura, 20 maestros en ciencias e ingeniería y 11 doctores en ciencias (nueve son miembros del SNI).

Fabian Quintana Sánchez*

Si bien podríamos determinar que los grandes avances en materia de tecnología han moldeado y cambiado nuestra vida, considero que es necesario detenernos un momento para observar y analizar cuáles son los elementos más sencillos que han detonado todos estos avances. En este sentido, ¿sabes qué es la banda o cinta de Moebius*?*

*Periodista de *Conversus*.

Un Camino que no *termina*

Para conocerla, hay que saber que una cinta es una superficie de dos caras y dos bordes; pero si se aplica un pequeño giro a dos extremos en planos contrarios y se une esa simple "vueltecita" o torque logra convertirla en una cinta de *Moebius*.

Sus características son las siguientes:

- Es una superficie que solo posee una cara. Si se colorea la superficie de una cinta de *Moebius*, comenzando por la "aparentemente" cara exterior, al final queda coloreada toda la cinta, por tanto, solo tiene una cara y no tiene sentido hablar de cara interior y cara exterior.
- Tiene solo un borde. Se puede comprobar siguiendo el borde con un dedo, apreciando que se alcanza el punto de partida tras haber recorrido la totalidad del borde.
- Es una superficie no orientable. Si se parte con una pareja de ejes perpendiculares orientados, al desplazarse paralelamente a lo largo de la cinta, se llegará al punto de partida con la orientación invertida. Es decir, si una persona que se deslizara recostada sobre una banda de *Moebius*, mirando hacia la derecha, al recorrer una vuelta completa aparecerá mirando hacia la izquierda.
- Al seccionarla. Si se corta una cinta de *Moebius* a lo largo, se obtienen dos resultados diferentes según dónde se efectúe el corte:
  - Si el corte se realiza en la mitad exacta del ancho de la cinta, se obtiene una banda más larga pero con dos vueltas; y si a esta banda se la vuelve a cortar a lo largo por el centro de su ancho, se obtienen otras dos bandas entrelazadas. A medida que se van cortando a lo largo de cada una, se siguen obteniendo más bandas entrelazadas.
  - Si el corte no se realiza en la mitad exacta del ancho de la cinta, sino a cualquier otra distancia fija del borde, se obtienen dos cintas entrelazadas diferentes, una de idéntica longitud a la original y otra con el doble de longitud.

Esta forma geométrica se utiliza frecuentemente como ejemplo en topología. En palabras llanas, la topología es una rama de las matemáticas que se ocupa precisamente de estudiar las propiedades cualitativas de los cuerpos, aquellas que permanecen aunque los objetos sean sometidos a deformaciones continuas como estiramientos, doblados, dilataciones, giros, etcétera, pero siempre sin cortar o rasgar durante el proceso.

La característica principal de la cinta de *Moebius* es precisamente las propiedades que tiene; una de esas propiedades es que es un sistema finito con conectividad infinita, es decir, cualquier objeto que circule a través de ella estaría haciéndolo "eternamente" si es que otras leyes como la fricción no están presentes.

¿Y realmente esta figura se emplea en algo? La respuesta es sí. Las bandas de *Moebius* tienen utilidad práctica; una de las primeras aplicaciones surgió en 1923, se desarrolló una película con esta forma en la que podrían grabarse ambas caras. Lo que dio pie para aplicar la misma idea a cintas magnetofónicas, con lo que la cinta retorcida pudo funcionar el doble de tiempo.

Las desaparecidas máquinas de escribir o las impresoras a tinta tenían enrollada la cinta que va dentro del cartucho formando una cinta de *Moebius* para economizar. Otro de los usos de esta particular cinta es en las bandas transportadoras de los aeropuertos y en las escaleras eléctricas, al utilizarse ambos lados el aprovechamiento es el doble al igual que el rendimiento y el desgaste se reduce a la mitad.

Los artistas gráficos también se han valido de esta banda tanto para fines publicitarios como artísticos, ejemplo de ello es el símbolo de reciclaje creado por Gary Anderson en 1970, que representa un ciclo constante de transformación de material de desecho en recursos útiles.

La superficie de *Moebius* incluso ha sido tomada como ejemplo en numerosos cuentos de ciencia ficción como *The wall of darkness* de Arthur C. Clarke, *El anillo de Moebius* de Julio Cortázar o *Un metropolitano llamado Moebius* de A. J. Deutsch, que sirvió de fuente de inspiración para la película argentina llamada *Moebius*. También Woldor R.Tobler sugirió en cierta ocasión hacer un mapamundi sobre una superficie de *Moebius*, de forma que el borde coincidiera con los polos y los paralelos y meridianos quedaran uniformemente separados. De trazarse adecuadamente se podría perforar el mapa por un punto cualquiera y al asomar la punta por el otro lado señalaría la antípoda, punto diametralmente opuesto.

Científicos japoneses han conseguido sintetizar conductores inorgánicos logrando obtener cristales con la estructura de la banda de *Moebius*, además, en química orgánica, en estudios de aromaticidad, esta configuración tiene especial relevancia.

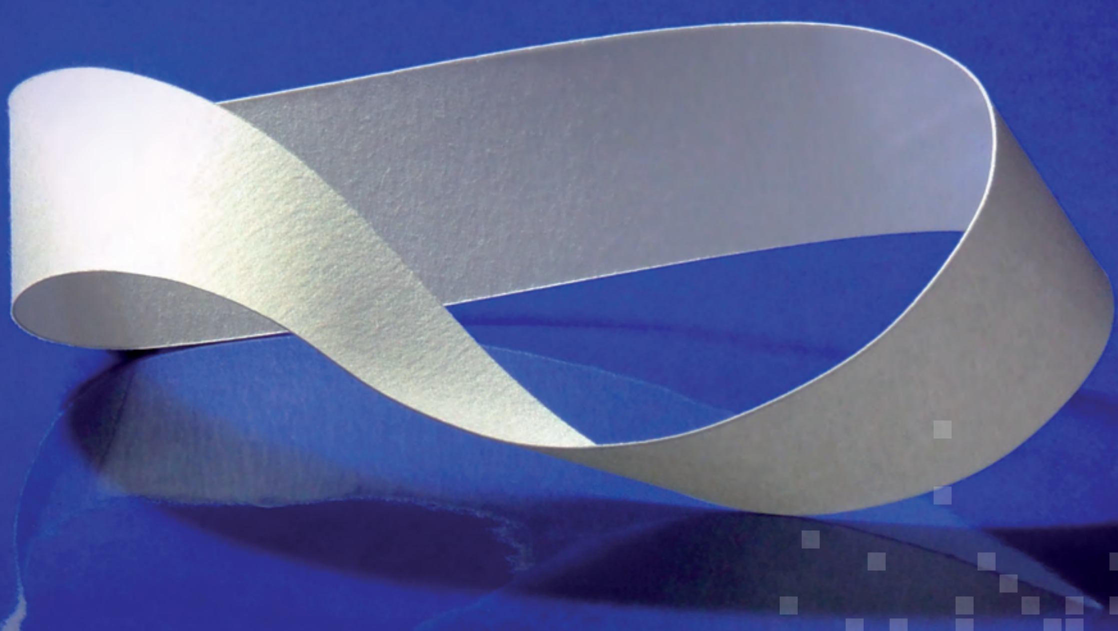
Los arquitectos han desarrollado varios proyectos basados en esta particularidad, se manejan especialmente el sentido de infinitud, se utilizan los giros y la continuidad que ésta provee para imprimir dinamismo en las figuras. La luz, la forma de las escaleras o la manera en que las personas pueden moverse dentro de las viviendas es otro de los empleos. Un ejemplo de arquitectura que emplea esta figura es el estadio que alberga el Centro Olímpico de Deportes desarrollado para las Olimpiadas de Beijing 2008.

Además, hay cientos de obras de arte que muestran esta figura, así como logos de instituciones educativas como el de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del IPN.

En fin, como vemos la banda o cinta de *Moebius* no es un invento creado solo por estética o diversión, al igual que muchas otras figuras y herramientas matemáticas sirve para modelar nuestra realidad.

Referencias

http://www.ehu.es/~mtwmastm/Arquitectura2008.pdf
http://gauss.mat.eup.uva.es/~alfonso/moeb.html
Levy, Pierre, "¿Qué es la virtualización?" y "La virtualización de la inteligencia y la constitución del objeto" en *¿Qué es lo virtual?*, Barcelona, Paidós Multimedia 10, 1999.



Música *microtonal*, el *arte* de los modelos *matemáticos*

Carlos Ortega Ibarra*

En 1954, el músico rumano Iannis Xenakis compuso Metástasis, la primera composición musical basada en una teoría estadística según la cual la evolución de un proceso es azarosa pero con una meta definida. A este tipo de música se le conoce como estocástica.

*Periodista científico de *Conversus*.

Fotos de Adriana Castañeda

En composiciones posteriores Xenakis utilizó otros modelos matemáticos basados en las leyes de la probabilidad, el álgebra booleana y las teorías de juegos, de grupos y de conjuntos. Para ello empleó la programación computacional.

La relación música-matemáticas es antigua. Remontémonos a la isla de Samos, 2 500 años, cuando el filósofo griego Pitágoras expuso que todas las cosas del Universo tienen un orden que puede ser expresado con números. Su afirmación constituye la base de los modelos matemáticos, ya que a grandes rasgos éstos son la forma numérica de cualquier aspecto de nuestra realidad.

Pitágoras se dio cuenta que los sonidos que obtuvo, tras dividir la cuerda de un instrumento musical conocido como monocordio, podían ser expresados en proporciones de números enteros. Más de una vez hemos escuchado a algún compositor profesional hablar de octavas, quintas y cuartas, refiriéndose al octavo, cuarto y quinto sonidos de la escala musical establecida por el filósofo de Samos.

En el siglo XVI los matemáticos impusieron en el mundo musical europeo una escala de 12 intervalos o tonos conocida como dodecafónica: Do, Do#, Re, Re#, Mi, Fa, Fa#, Sol, Sol#, La, La# y Si. Dicha escala excluyó los tonos más pequeños o microtonos presentes tanto en la música popular como en las expresiones musicales de origen asiático.

En 1895 Julián Carrillo, un estudiante del Conservatorio Nacional de Música, pudo escuchar 16 sonidos diferentes en un solo intervalo al experimentar con su violín como parte de sus cursos de acústica. El reconocimiento de nuevos tonos rompió con la escala clásica de 12 sonidos.

A partir de esta experiencia, Julián Carrillo propuso su "Revolución del Sonido 13", un planteamiento teórico que le permitió hacer composiciones musicales con nuevos sonidos, puesto que un tono podía ser dividido hasta el límite sonoro máximo. Su revolución implicó la creación de nuevos instrumentos, nuevas escrituras y nuevas técnicas de ejecución. Por ejemplo: empleó 12 números (del 0 al 11) como signos gráficos musicales.

Fuente: Julián Carrillo, Nueva escritura musical. Disponible en www.sonido13.com

Sus primeras composiciones basadas en el Sonido 13, que tuvo repercusión internacional, fueron Preludio a Colón y Sonata casi Fantasía, estrenadas respectivamente en la Sala de la UNESCO, en París, y en el Town Hall de Nueva York, en 1926.

Años después, el desarrollo de los sistemas electrónicos de cómputo hizo posible que compositores como Iannis Xenakis experimentaran con la música microtonal en la década de 1950, utilizando modelos matemáticos. A Metástasis, su ópera prima, le siguieron otras composiciones: Diamorphoses, Pithoprakta, Achorripsis, Nomos alpha y Persepolis.

Algunas de las composiciones de Xenakis y Julián Carrillo pueden ser escuchadas libremente en la Red. El único requisito es tener un criterio musical poco convencional.

Referencias:

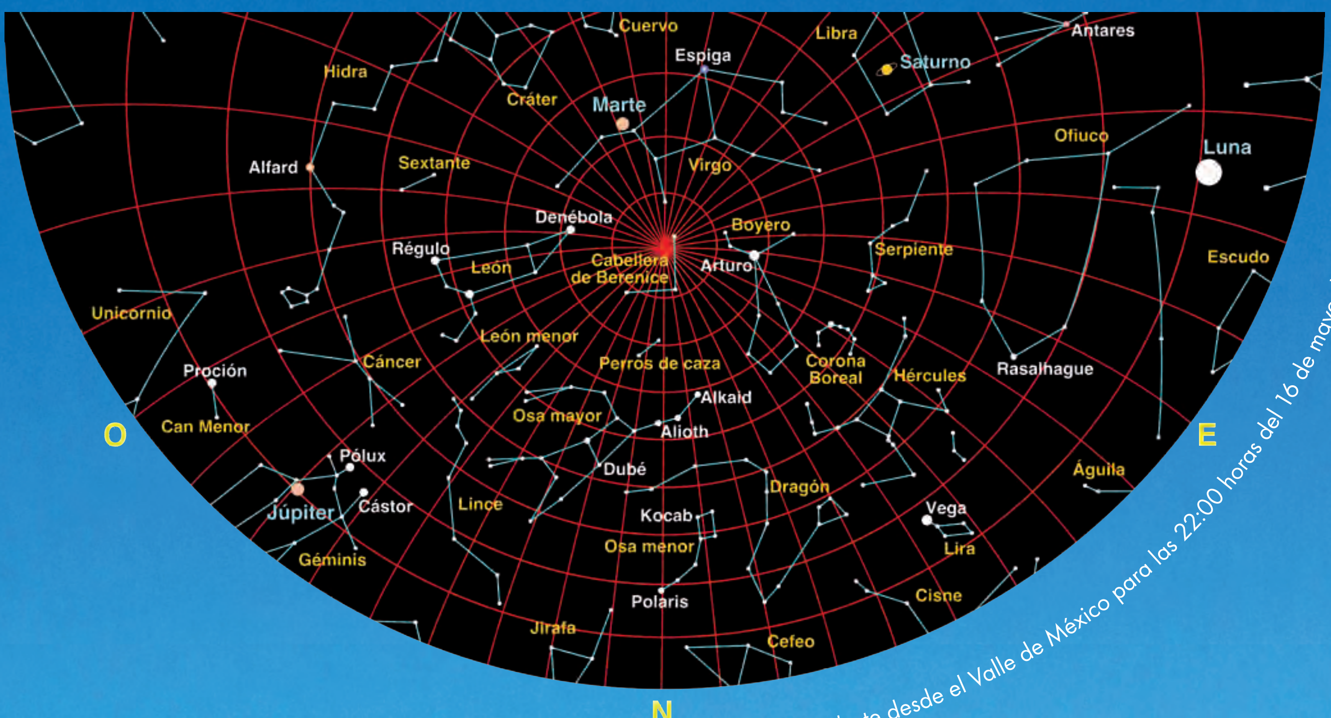
Julián Carrillo y el Sonido 13. Disponible en: www.sonido13.com

Susana Tiburcio, "Música y matemáticas", *Revista Elementos, Ciencia y Cultura*, vol. 8, núm. 44, 2002. Disponible en: www.elementos.buap.mx/num44/pdf/21.pdf

Wilder Chicana Nuncebay*
Wendolyn Guerra Olea**

*Astrónomo del Planetario Luis Enrique Erro
**Especialista en Ilustración Digital

El *cielo* de *mayo* y *junio*



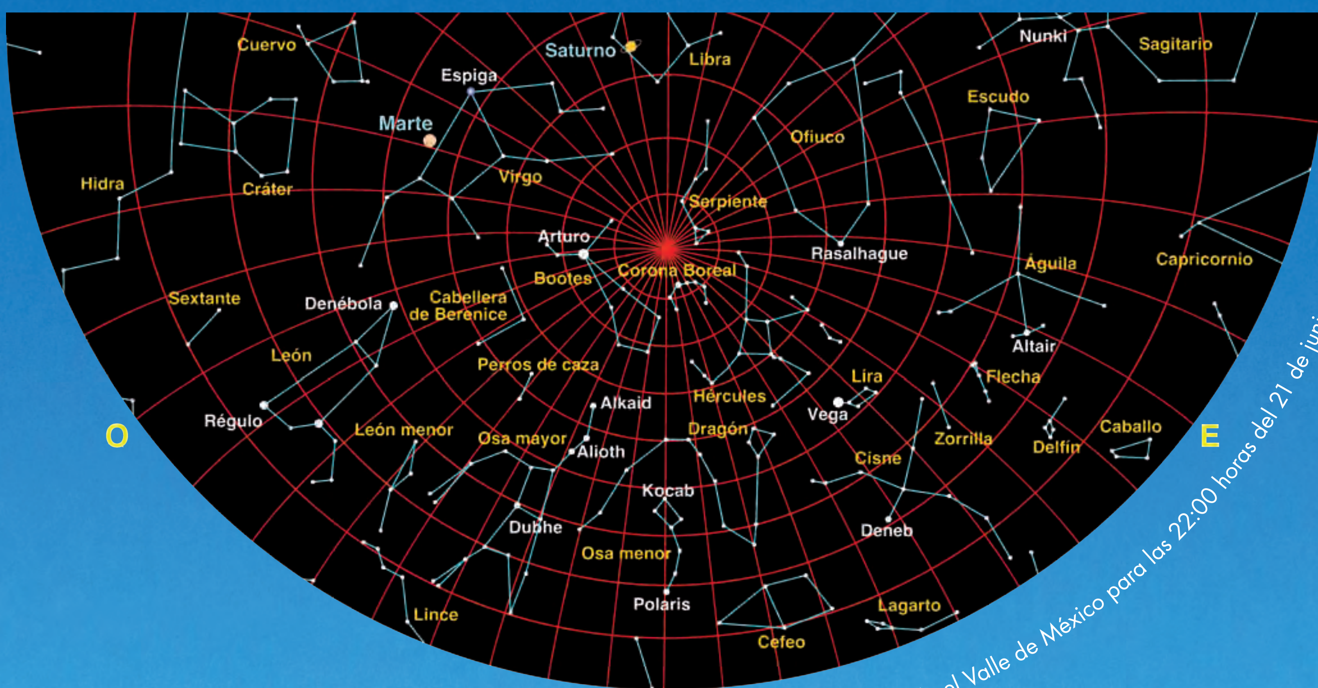
Vista de la bóveda celeste desde el Valle de México para las 22:00 horas del 16 de mayo de 2014 (horario de verano)

Mayo

Día	Hora	Objeto celeste	Evento
Del 3 al 14 de mayo		Eta-Lyridas (ELY)	Lluvia de estrellas, constelación de Lyra
8 de mayo		Eta-Acuáridas (ETA)	Lluvia de estrellas, constelación de Acuario
6 de mayo		Órbita de la Luna	Apogeo
10 de mayo	18:00	Saturno	Oposición
14 de mayo		Luna	Luna llena
18 de mayo		Órbita de la Luna	Perigeo
25 de mayo	07:00	Mercurio	Máxima elongación al este
28 de mayo		Luna	Luna nueva

Saludos a los seguidores de Urania*:

En este periodo nos tocará el Solsticio de Verano que será el 21 de junio de 2014 a las 10:51 TU (Tiempo Universal o de Greenwich). En el hemisferio norte (donde nos encontramos) es el día más largo del año, marcando paso de la primavera al verano (al mediodía el Sol alcanza el punto más alto de todo el año). En el hemisferio sur es llamado Solsticio de Invierno, y es el día más corto del año, marcando el paso del otoño al invierno (al mediodía el Sol alcanza el punto más bajo de todo el año).
¡Cielos despejados para todos y a disfrutar del Sol de verano!



Vista de la bóveda celeste desde el Valle de México para las 22:00 horas del 21 de junio de 2014 (horario de verano)

Junio

Día	Hora	Objeto celeste	Evento
3 de junio		Órbita de la Luna	Apogeo
7 de junio		Ariétidas	Lluvia de estrellas, constelación de Aries
13 de junio		Luna	Luna llena
15 de junio		Órbita de la Luna	Perigeo
21 de junio	10:51	Sol	Solsticio de verano
27 de junio		Luna	Luna nueva
27 de junio		Boótidas junio (JBO)	Lluvia de estrellas, constelación Boyero

(*) Según la mitología griega, hija de Zeus y musa de la Astronomía.

Centro de Ciencias de Sinaloa

SOMEDICyT
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C.

Centro de Ciencias de Sinaloa

El Centro de Ciencias de Sinaloa es una institución en el vasto panorama cultural del Estado de Sinaloa, es un espacio para que los niños y jóvenes estudiantes tengan la oportunidad de conocer los avances científicos y tecnológicos, se recreen en sus principios y comprendan la posición del hombre en la Tierra y el Universo. Asimismo, pretende despertar inquietudes en los estudiantes hacia la creación científico-tecnológica y propone que los diversos sectores de nuestra sociedad puedan ver de otra manera el bagaje científico y tecnológico que nos han legado los siglos. En este espacio se experimenta un nuevo tipo de educación donde se hace énfasis en la creatividad, en la formación intelectual y cívica de los niños.

El Centro de Ciencias de Sinaloa cuenta con un Museo Interactivo, un Planetario, Laboratorios y Talleres, un área de investigación y desarrollo y una más de innovación educativa. Destacan los servicios que ofrece el Museo Interactivo ya que cuenta con diferentes salas dedicadas a temas como el agua, la Tierra, la vida, el hombre, energía, medio ambiente, el Universo, matemáticas y computación.

El Museo Interactivo y el Planetario están abiertos al público de lunes a domingo de 10 a 17 horas.
En el sitio web: http://www.ccs.net.mx, puedes consultar los costos y conocer con más precisión acerca de los servicios de este espacio dedicado a conocer más de cerca la ciencia y la tecnología.
Dirección: Calz de las Américas Norte Av. de Las Américas 2771 Nte. Culiacán, Sinaloa, México, Burócrata, 80010 Culiacán Rosales, Sinaloa, Teléfono:01 667 759 9000.

La Sociedad Mexicana para la divulgación de la Ciencia y la Técnica SOMEDICYT es una asociación civil que se dedica a incorporar a la ciencia en la vida cotidiana de los mexicanos. Para lograrlo desarrolla múltiples proyectos entre ellos exposiciones itinerantes que realizan giras por toda la República para despertar la curiosidad y el interés por temas de gran relevancia para el futuro de la humanidad.

BOSQUE DE JOULES

Energía en transformación

INSTALACIÓN ESCULTÓRICA ITINERANTE
sobre energías sustentables

Cada árbol tiene un "corazón" energético para activar diversos elementos que recrean algunos de los tipos de energía sustentable.

La instalación recrea un espacio artístico que paradójicamente sugiere la relajación con el movimiento y pretende incentivar la curiosidad por conocer más sobre las energías renovables y reflexionar sobre el uso fuentes no renovables y sus efectos nocivos en el planeta.

Dimensión: 70m^2

RECONECTANDO LA VIDA

Especies en peligro de extinción

Esta exposición aborda las conexiones que existen entre todos los seres vivos y lo importante que es revertir las acciones con las que la especie humana ha roto el delicado equilibrio de la naturaleza.

En 17 mamparas interactivas se muestra una cuidadosa selección de animales y plantas de México, en distintos grados de riesgo, con sugerencias para aumentar las conexiones positivas y no permitir que más especies desaparezcan.

Dimensión: 100m2

Mayores informes:
Tels: (55) 56227330 y 56654910
contacto@somedicyt.org.mx
www.somedicyt.org.mx
somedicyt.ac @Somedicyt

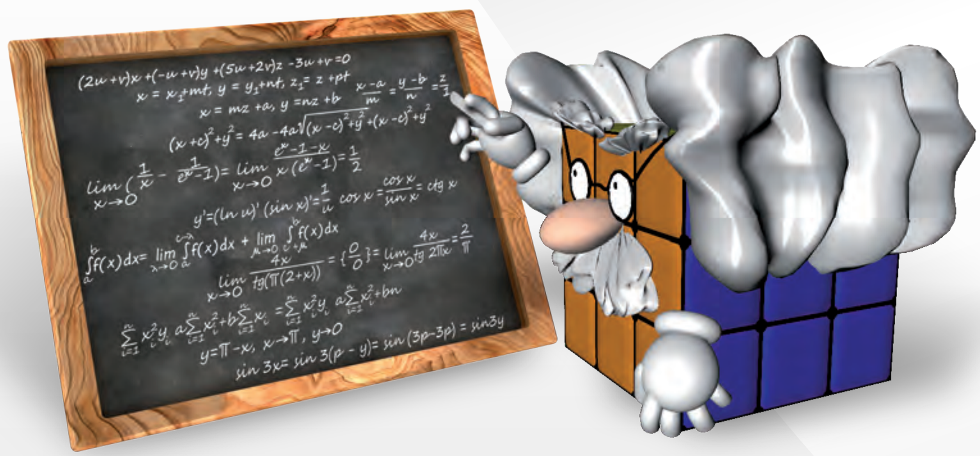
SOMEDICyT
Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C.

CONACYT

Dr. Trabucle
Carlos Gutiérrez Aranzeta*

*Escritor y divulgador científico, con la colaboración de Primo Alberto Calva, investigador y divulgador científico.

Modelos Matemáticos



Horizontales

1. Ciencia que se dedica al estudio de las propiedades de los números así como los métodos y procedimientos para llevar a cabo los cálculos entre ellos.
5. La regla de ___________ es un modelo matemático que permite calcular el área de un recinto plano mediante la integración de una función. Matemáticamente se expresa como: $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$
6. El volumen de este cuerpo geométrico se obtiene de $v = \frac{1}{3}\pi r^2 h$ y el área de su base por $A=\pi r^2$ ¿De qué cuerpo se trata? Aparece invertido.
8. Este coeficiente de variación de… es una medida de dispersión que permite comparar distribuciones de variables cuyas medidas y desviaciones matemáticas son muy distintas. Se representa por CV. Matemáticamente se expresa como: $CV = \frac{s}{\bar{x}}100$

   Donde s es la desviación típica y $\bar{x}$ la media aritmética simple.
9. El binomio de… es la fórmula que nos permite hallar las potencias de un binomio. Matemáticamente se expresa por: $(a \pm b)^n = \binom{n}{0}a^n \pm \binom{n}{1}a^{n-1}b + \binom{n}{2}a^{n-2}b^2 \pm \cdots \pm \binom{n}{n}b^n$
12. Nombre de la figura plana cuya área se obtiene de $A=\pi r^2$ y perímetro por $C=2\pi r$.
13. Apellido del físico inglés nacido en 1902, considerado como uno de los físicos más importantes de todos los tiempos. Sus primeras aportaciones incluyen el cálculo moderno de operadores para la mecánica cuántica que él llamó Teoría de Transformaciones, así como una versión temprana de la formulación de integrales de camino.
14. La ley de ___________ establece que cuando multiplicamos cada elemento de área de una superficie cerrada por la componente normal de la intensidad del campo eléctrico en ese elemento y sumamos sobre toda la superficie, el resultado es una constante multiplicada por la carga total dentro de la superficie. Matemáticamente se expresa por: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$

   El científico que formuló esta ley fue un gran físico y matemático (1777-1855).
15. Este científico alemán fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1918 por sus aportaciones en la teoría cuántica. Entre éstas se encuentra haber descubierto en 1900 la constante fundamental, denominada constante de ___________, que se emplea para calcular la energía de un fotón, mediante la siguiente expresión matemática: $E = hf$

   Donde f es la frecuencia y E es la energía del fotón.
18. La segunda ley del movimiento de… establece que “el cambio de movimiento es proporcional a la fuerza matriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime”. En términos matemáticos esta ley se expresa mediante la relación:

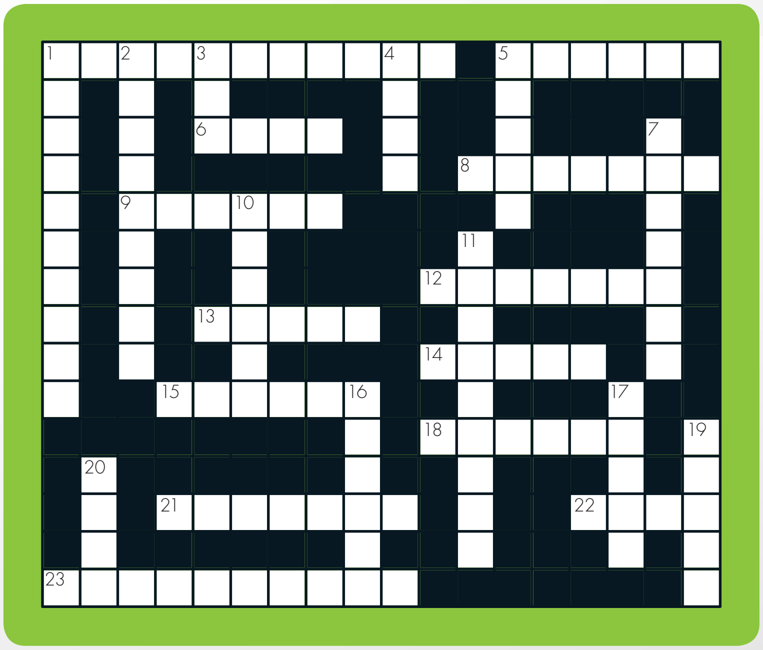
   $$\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

   Donde $\vec{p}$ es el momentum lineal y $\vec{F}_{net}$ es la fuerza resultante. Aparece invertido.
21. Las ecuaciones de… son un conjunto de cuatro ecuaciones que describen por completo los fenómenos electromagnéticos. En términos matemáticos, estas ecuaciones se escriben de la siguiente manera:
   a) $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ Ley de Gauss
   b) $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ Ley de Gauss para el campo magnético
   c) $\nabla x \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ Ley de Faraday-Lenz
   d) $\nabla x \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0\, \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ Ley de Ampere generalizada
22. Apellido del científico danés que en 1913 desarrolló su célebre modelo atómico que lleva su nombre. Se basó

en tres postulados fundamentales. El segundo postulado señala que "no toda órbita para el electrón le está permitida, tan sólo se puede encontrar en órbitas cuyo radio cumpla que el momentum angular, L, del electrón sea un múltiplo entero de $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ ". Esta condición matemática se expresa por: $L = mvr = n\hbar$
Donde n=1, 2, 3,... y h es la constante de Planck.

23. Este cuerpo es un poliedro regular de doce caras cuyo volumen se obtiene de la siguiente expresión: $V = \frac{1}{4}(15 + 7\sqrt{5})a^2$ y el área total de sus caras por:

$$A = 12\left(\frac{\sqrt{25 + 10\sqrt{5}}}{4}\right)a^2$$



Verticales

1. Un modelo… es uno de los modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.
2. Es un polígono determinado por tres segmentos que se cortan dos a dos en tres puntos. Su área es igual al semiproducto de la base por la altura. Matemáticamente se expresa por: $A = \frac{bh}{2}$
3. La ley de… establece que la intensidad de corriente eléctrica (I) que circula por un resistor es directamente proporcional a la tensión aplicada (V) a los extremos del resistor e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica (R) del resistor. La ecuación matemática que describe esto es: $I = \frac{V}{R}$
4. Una esfera es el conjunto de los puntos del espacio cuyos puntos equidistan de otro punto interior llamado centro. Su … se determina por la siguiente expresión matemática: $A = 4\pi r^2$
5. El teorema de… es un teorema del cálculo de probabilidades que se expresa matemáticamente por:

$$p(A_i/B) = \frac{p(A_i) \cdot p(B/A_i)}{p(A_i) \cdot p(B/A_i) + \cdots + p(A_n) \cdot p(B/A_i)}$$

Donde A_1, A_2,…, A_n son un conjunto completo de sucesos de probabilidad $p(A_1) \cup p(A_2) \ldots \cup p(A_n) = 1$ y el suceso B, otro suceso cualquiera del que se conocen las probabilidades $p(B/A_i)$ denominadas << a priori >>. Se emplea cuando se desea conocer la probabilidad de la causa que ha producido un determinado suceso (suceso B).

7. Este científico al inventar la balanza de torsión pudo formular en 1785 la ley que lleva su nombre y que describe la fuerza entre dos cargas eléctricas. Matemáticamente la magnitud de la fuerza entre dos cargas se determina por : $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$
Donde *r* es la distancia entre las cargas q_1 y q_2 y *k* es una constante del medio en que se encuentran las cargas.
10. La desviación… es una medida de la dispersión que indica el grado de dispersión que tiene cada dato respecto a la media aritmética simple. Se calcula a través de la fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i}{N}}$$

Donde x_i es el valor de cada dato, $\bar{x}$ la media aritmética, n_i la frecuencia absoluta de cada dato y N el número total de datos.
11. El teorema de… establece que en todo triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa (el lado de mayor longitud en el triángulo) es igual a la suma de los cuadrados de los catetos (los dos lados menores del triángulo). Matemáticamente se expresa por $c^2=a^2+b^2$ donde *a* y *b* son los catetos, y *c* la hipotenusa.
16. Apellido del científico que enunció tres leyes para describir matemáticamente el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol. La tercera ley señala que para cualquier planeta, el cuadrado de su perímetro orbital (T) es directamente proporcional al cubo del semieje mayor (L) de su órbita elíptica. Matemáticamente se expresa por: $\frac{T^2}{L^3} = k$,
Donde *k* es la constante de proporcionalidad.
17. El módulo de… es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Este módulo se puede definir como la razón del esfuerzo tensor a la deformación por tensión para un material dado. Matemáticamente se expresa por: $Y = \frac{F/A}{\Delta\ell/\ell_0}$ Aparece invertido.
19. Si se conocen las longitudes de los lados (a, b, c) de un triángulo, se puede calcular su área mediante la fórmula de…, la cual se expresa matemáticamente por:

$$\text{área} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

Donde *s* es el semiperímetro, cual se calcula por

$$s = \frac{1}{2}(a + b + c)$$

20. Es un poliedro de 6 caras cuadradas congruentes y 12 aristas, cuyo volumen se puede determinar por: $V=a^3$ y su área total por $A=6a^2$. Donde *a* es la longitud de una de sus aristas.


CIENCIA en CUADRITOS
por Isaura Fuentes-Carrera (CESFM-IPN)
DICEN POR AHÍ QUE LA REALIDAD PUEDE DESCRIBIRSE USANDO PUUURAS MATEMÁTICAS
¿Estás seguro de que con esto describimos un árbol?
BUENO, MATEMÁTICAS Y OTRAS COSAS.
POR UN LADO SE ESTUDIA UN OBJETO, UN SER VIVO Ó UN FENÓMENO
Y POR EL OTRO SE USAN LAS MATEMÁTICAS PARA REPRESENTAR RELACIONES ENTRE ELLOS
A·B·C·D·E·
BOLSA
TODO DEPENDE DE LO QUE QUIERA DESCRIBIRSE
Para un árbol, serán la biología, la química y las matemáticas
Si se trata de un temblor, geología, física y matemáticas
Para la Bolsa de valores y los dineros, economía, finanzas y matemáticas
Y A ESTO SE LE LLAMA MODELAR
NO, NO, NO. NOS REFERIMOS A MODELOS MATEMÁTICOS
2+1=3+5=8
Colección Otoño-Invierno...
Humm... La cosa no va por ahí
UN CONJUNTO DE ECUACIONES O RELACIONES MATEMÁTICAS QUE NOS DIGAN CÓMO SE COMPORTAN LAS COSAS
Por ejemplo, cómo viaja la información en el cerebro
O cómo viaja la gente en el metro
Qué tan rápido crece una población
O hacia dónde soplarán los vientos
¡Oh, Oh!
¡Guau! Esto de modelar suena requetebien.
¿Y se puede modelar todo, todo, tooodo?
NOS GUSTARÍA QUE CON UN MODELO SE PUDIERAN DESCRIBIR TOOODAS LAS COSAS
PERO ESO ES MUY DIFÍCIL
Buuu...
PORQUE LA REALIDAD ES MUY COMPLEJA.
SUPONGAMOS QUE SE QUIERE MODELAR CUÁNTAS VACAS CABEN EN UN RANCHO DE CIERTO TAMAÑO
Modelar vacas, habrase visto tal cosa
SABEMOS QUE HAY VACAS MÁS GORDAS VACAS MÁS GRANDES, OTRAS PEQUEÑITAS ....PERO PARA NUESTRO MODELO BASTA CON CONSIDERAR CADA VACA COMO UN PARALELEPÍPEDO
¿¡Un qué!?
Un sólido con seis caras tales que todas las caras opuestas son paralelas
Algo muy parecido a una caja de zapatos
¡Pero yo no soy una caja de zapatos!
ASÍ ES. PERO COMO OBTENER UN CONJUNTO DE ECUACIONES MATEMÁTICAS QUE REPRESENTEN UNA VACA CON SUS OREJAS Y SUS CUERNOS Y SUS PATAS ES MUY DIFÍCIL, LO QUE SE HACE ES UNA APROXIMACIÓN
Y así en nuestro modelo la granja se llena con cajas de zapato
Esto es vergonzoso
Y ASÍ PUEDE SABERSE CUÁNTAS VACAS CABEN EN EL RANCHO.
¡MUUUU!
LO IMPORTANTE ES DECIR QUÉ TIPO DE APROXIMACIONES SE USARON PARA MODELAR ALGO
¡MUUUUU!
ASÍ QUE AUNQUE NO SE PUEDA MODELAR TODO, CON APROXIMACIONES Y SIMPLIFICACIONES SE PUEDEN DESCRIBIR MUCHAS COSAS
Y esa es la maravilla de modelar
Maravilla... ¡Bah!
No te sientas, ahorita modelamos a unas gallinas esféricas
FIN
IO'13

Síguenos...

En nuestro siguiente número:

Poco a poco se ha progresado en la manera en que se diseñan y construyen materiales y dispositivos con estructuras controladas a escalas nanométricas. ¿Te es familiar la Nanotecnología? No te pierdas nuestro siguiente número y descubre el gran impacto de lo pequeño.


SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"
MUSEO
TEZOZÓMOC
Ven y vive la energía en acción
Visitas y recorridos: Las visitas al Museo Tezozómoc podemos hacerlas de manera individual o grupal, programadas o espontáneas ya que abre sus puertas de lunes a viernes de 9 a 18 horas y, los fines de semana, así como los días festivos, de 10 a 17 horas.
Lugar de encuentro: Av. Zempoaltecas s/n, Esq. Av. Manuel Salazar, Exhacienda el Rosario, Delegación Azcapotzalco, México D. F., C. P. 02420.
Tel. (55) 57 29 60 00 Extensión: 64817. Página Web: www.cedicyt.ipn.mx
Revista del Instituto Politécnico Nacional
conversus
• Donde la ciencia se convierte en cultura •
Conversus Divulgacion Cientifica
@conversusdelipn
ConversusTV
You Tube
Ven y vive la astronomía en acción
planetario
LUIS ENRIQUE ERRO
Visitas y recorridos: Las visitas pueden ser programadas o espontáneas ya que abre sus puertas de martes a domingos en horario de 10 a 18 horas.
Lugar de encuentro:
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Av. Wilfrido Massieu s/n, Zacatenco. Del. Gustavo A. Madero. México, D.F. C.P. 07738. Tel. (55) 57 29 60 00, ext. 53907.
Página Web: www.cedicyt.ipn.mx
www.cedicyt.ipn.mx