Conjunto de Julia contenido
en el plano de los números complejos

Nota. *Estimados lectores, uno sale de su casa hacia la escuela y no tiene la más remota idea de lo que se va a encontrar. Un día, en uno de esos miles de días que dura la primaria, la secundaria y el bachillerato, un día, decimos, uno se topa por primera vez con las matemáticas. Así, sin proponérselo, uno experimenta su primer momento matemático. Algo sutil y agradable ha sucedido. Cada uno de nosotros, estudiantes y profes de física, actuaría, computación y matemáticas, experimentó ese primer encuentro. No tenemos la menor duda. Pudo suceder en plena clase, a la hora del recreo, en la tarde haciendo la tarea, durante un sueño, en fin, al parecer las matemáticas se las ingenian para cruzarse en nuestro camino de maneras múltiples. Lo padre es que de ahí en adelante estos encuentros ya no dejarán de producirse. Luego de varias experiencias de este tipo, un día, tal vez al final del bachillerato o al inicio de la licenciatura, uno descubre que existen los números imaginarios. Hay algo extraño y aberrante en este número **i** que elevado al cuadrado da como resultado menos uno. Los estudiantes avanzados lo tratan con familiaridad. A pesar de eso, uno intuye que ha llegado a un misterio de los grandes. Estamos ante un momento matemático realmente fascinante. En fin, todo esto nos sirve para invitarlos a leer el artículo que a continuación reproducimos.*

El lento éxito de los números imaginarios
Javier Aramayona, Jorge Escalante y Ágata Timón

Fue publicado el 4 de febrero de 2022 en Café y Teoremas, *diario* El País.
Javier Aramayona es codirector de la Unidad de Cultura Matemática del Instituto de Ciencias Matemáticas, ICMAT.
Jorge Escalante es profesor de secundaria y bachillerato.
Ágata Timón es coordinadora de la Unidad de Cultura Matemática del ICMAT.

El lento éxito de los números imaginarios

Javier Aramayona, Jorge Escalante, Ágata A. Timón

Por su nombre, podríamos pensar que los números imaginarios son una idea fantasiosa, que habita en un mundo mágico, paralelo a nuestra realidad. Sin embargo, no son ni más ni menos tangibles que cualquier otro tipo de número -eso sí, su motivación es un poco más sofisticada que hacer recuentos o dividir el terreno-. Su papel, fundamental en numerosas áreas de las matemáticas, pero también en física e ingeniería, tardó siglos en ser comprendido por la comunidad matemática.

Los números imaginarios nacieron en el siglo XVI, en el contexto del estudio de ecuaciones polinómicas como $X^2 + 1 = 0$.

Esta ecuación no tiene soluciones entre los números reales: no existe ningún número real que, al multiplicarlo por sí mismo, sea igual a -1. Frente a esta limitación, los matemáticos inventaron un número con esa propiedad, al que llamaron i. El primero en trabajar con raíces de números negativos fue Girolamo Cardano (Italia, 1501 - 1576), pero fue Rafael Bombelli (Italia, 1526 - 1572) el que desarrolló el concepto. Sin embargo, la importancia e influencia de estos trabajos fue limitada y, durante mucho tiempo, los números imaginarios fueron como ese conocido ligeramente molesto con quien hay que convivir, pero al que todo el mundo trata de no hacer demasiado caso.

A partir de los imaginarios se definen los números complejos: son números con la forma $a + bi$, donde a y b son números reales e i es el número imaginario. Los números a y b se llaman, respectivamente, la parte real y la parte imaginaria del número complejo $a + bi$. Por ejemplo, $2 + 3i$ o $1- i$ son números complejos. También podemos ver los números reales como números complejos con la parte imaginaria igual a cero.

Uno de los aspectos clave de los números complejos es que cualquier polinomio tiene un número de raíces complejas -contando repeticiones- igual al grado del polinomio, es decir, el mayor exponente al que está elevada la variable. Este enunciado es conocido como el Teorema Fundamental del Álgebra, y fue demostrado por primera vez, de forma paralela, por el matemático amateur Jean-Robert Argand (Francia, 1768 - 1822), y el gran matemático Carl Friedrich Gauss (Alemania, 1777 - 1855), a principios del siglo XIX.

A través de los siglos, los números complejos pasaron de ser un artefacto teórico ideado para enfrentarse a la resolución de ecuaciones polinómicas a ser un elemento de importancia central en prácticamente todas las áreas de las matemáticas. Por ejemplo, la conocida hipótesis de Riemann -uno de los problemas del milenio del Instituto Clay, cuya solución está premiada con un millón de dólares- relaciona la distribución de los números primos con los puntos donde se anula una función compleja -es decir, que toma valores complejos-, llamada la función zeta de Riemann, introducida por el matemático Bernhard Riemann (Alemania, 1826 - 1866) en 1859.

Más allá de las matemáticas, los números complejos tienen un papel fundamental en muchas ramas de la física y la ingeniería, especialmente en aquellas que estudian fenómenos de naturaleza oscilatoria (ondas), como la teoría cuántica de campos, la mecánica de fluidos o el procesamiento de señales. Un caso importante surge en ingeniería eléctrica, más concretamente en el estudio de la corriente alterna. Este tipo de corriente -la que usamos en casa- fue desarrollada en gran medida por Nikola Tesla (Serbia, 1856 – 1943) y fue crucial para el desarrollo de la Segunda Revolución Industrial, ya que permitió el transporte de grandes cantidades de energía de manera eficiente.

Pues bien, la naturaleza oscilatoria de la corriente alterna hace que ciertas magnitudes involucradas tengan un comportamiento que puede explicarse fácilmente usando los números complejos. Por ejemplo, la oposición al paso de la corriente eléctrica, que recibe el nombre de impedancia, es un número complejo, donde la parte real representa la resistencia y la parte imaginaria la reactancia. El cálculo de este tipo de instalaciones eléctricas, utilizando números complejos, permite que puedan tener un mejor rendimiento.
Otro ejemplo son las instalaciones trifásicas -utilizadas para el transporte de electricidad y aquellos montajes que requieran de una cierta potencia-, que basan su diseño en una propiedad sencilla algebraica de las raíces complejas de la unidad.
Además de este caso, en la descripción de muchos fenómenos oscilatorios aparecen cálculos complicados con senos y cosenos, que se convierten en sencillas manipulaciones algebraicas usando el lenguaje de números imaginarios. Para ello, se emplea la fórmula de Euler, que traduce senos y cosenos en expresiones en términos de la función exponencial, mucho más fácil de manejar.
La historia de los números complejos ejemplifica una cualidad fundamental de las matemáticas: que un avance teórico, en apariencia un tanto artificial, se puede convertir en el momento menos pensado, en un pilar del progreso tecnológico que trasciende a las matemáticas.

Boletín de Matemáticas

Esta es nuestra página

https://lya.fciencias.unam.mx/boletin/

Si deseas suscribirte al Boletín
y recibir el lunes de cada semana
del semestre el número
correspondiente por favor
envía un correo a la dirección:

boletin-matem@ciencias.unam.mx

Y con gusto te agregamos
a nuestra lista.

Gromov conoce a Hausdorff: distancia GH

Raquel del Carmen Perales
IMATE, UNAM

Resumen. *Dado un espacio fijo; por ejemplo, el espacio euclidiano, podemos calcular la distancia de Hausdorff entre cualesquiera dos subconjuntos compactos de este, pero ¿podemos medir la distancia entre objetos que viven en lugares diferentes?. Gromov nos dice que sí. Veremos aquí cómo.*

Jueves 12 de mayo,
de 16:00 a 17:00 horas

Facebook live:
@HablandoDeMatematicas

Convocatoria Premios de Investigación

Las convocatorias para Premios de Investigación y Admisión de Nuevos Miembros de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), se encuentran vigentes y pueden ser consultadas en la página electrónica de la AMC (***www.amc.mx***)

- **Premios de Investigación 2022 para Científicos Jóvenes**
- **Admisión de nuevos miembros regulares 2022**

La fecha límite para registrar candidatos es el **lunes 20 de junio.**

CDMX, a 25 de abril de 2022.

Susana Lizano Soberón
Presidente
Academia Mexicana de Ciencias

Seminario Iberoamericano de Comunicación de las Matemáticas

Material manipulativo, emociones y reflexión: la propuesta del Museo de Matemáticas de Cataluña

Guido Ramellini
Museu di Matemàtiques de Catalunya

Resumen. Fundada en 2005, la asociación MMACA (Museu di Matemàtiques de Catalunya) organiza exposiciones temporales itinerantes de educación y divulgación de las matemáticas y, desde 2014, una exposición permanente en Cornellà. También ha participado y organizado ferias, encuentros, colaboraciones nacionales e internacionales, talleres y seminarios.
Todas las acciones buscan presentar retos para resolver a través de la experiencia personal con un material manipulativo (hands-on), que provoca emoción (heart-on), y reflexión (mind-on). Las actividades propuestas son colaborativas y provocan la dialéctica entre los usuarios y con los educadores que acompañan y dinamizan la experiencia.
Para dar respuesta a la petición de muchos docentes, hemos creado Maletas Educativas para poder montar fácilmente exposiciones sencillas en los colegios, a partir de materiales fáciles de reproducir y ofrecer como actividades en el aula.

Miércoles 11 de mayo, 10:00 horas

En línea (Zoom)

Organizadores: Aubin Arroyo(UCIM-UNAM),
Lucía López de Medrano (UCIM-UNAM),
Andrés Navas (USACH),
Ágata Timón (ICMAT)
y Beatriz Vargas (UCIM-UNAM)

Más información en la página

https://www.matcuer.unam.mx/index.php
