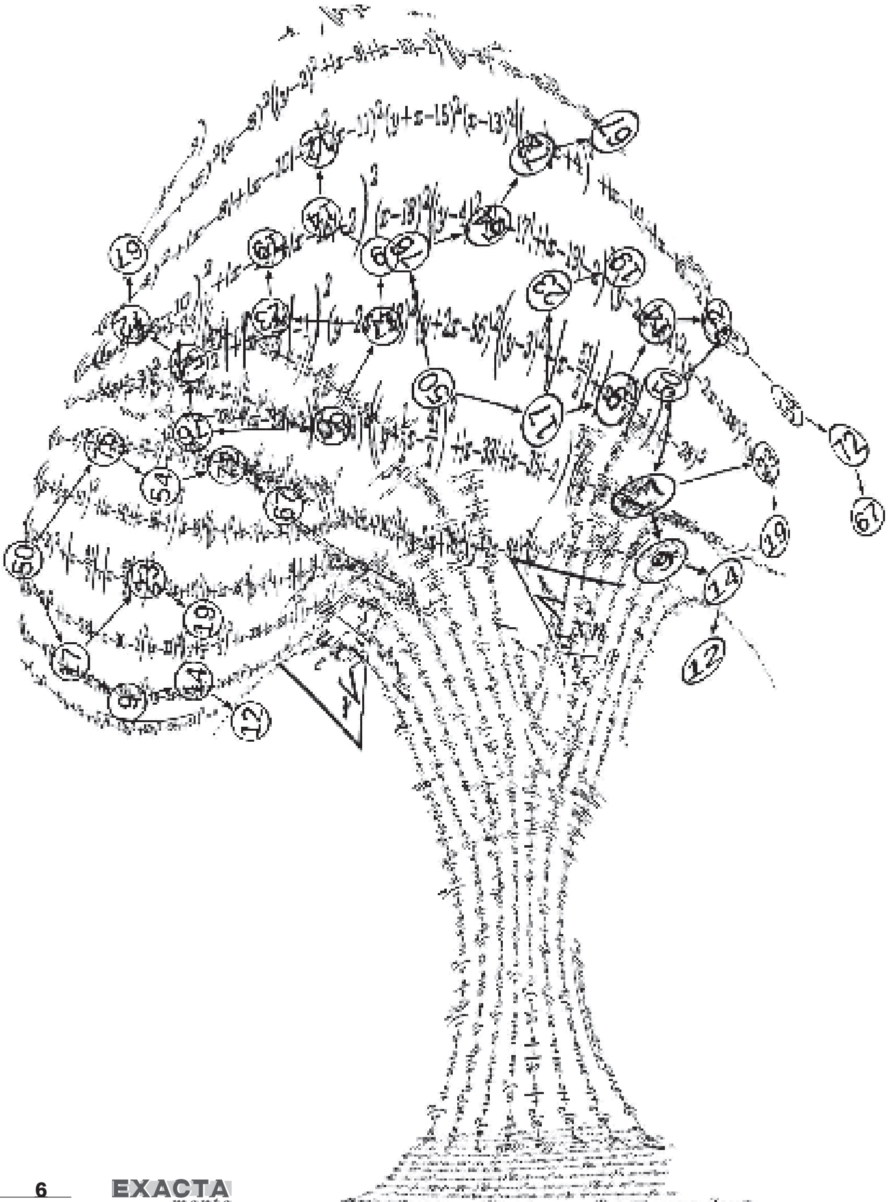
Los científicos analizan su objeto de estudio

Irrazonable eficacia de la matemática

por Guillermo Mattei | gmattei@df.uba.ar

Platón la ubicó como parte de la Naturaleza y, de esa manera, al hombre sólo le competiría descubrirla. La selección natural dotó a los cerebros del* Homo sapiens *con la capacidad de crearla para poder sobrevivir. Frente a estos dos caminos, cabe la pregunta: La matemática, ¿es o se hace?. Responden, puertas adentro del conocimiento científico, los especialistas.



"El Universo parece haber sido diseñado por un matemático puro", metaforizó el físico James Jeans (1877-1946). "¿Cómo es posible que la matemática, un producto del pensamiento humano independiente de la experiencia, se ajuste de modo tan perfecto a los objetos de la realidad física?", preguntó Albert Einstein (1879-1955). "El milagro de la articulación entre el lenguaje, la matemática y la formulación de las leyes de la física es incomprensible y hasta de una exclusividad inmerecida para nosotros los físicos: valdría la pena extenderlo a todas las ramas del conocimiento", opinó el físico Eugene Wigner (1902-1995) y este comentario perduró como el de "la irrazonable eficacia de la matemática".

La Naturaleza revela matemática, tal como se ve desde la postura platonista. La imaginación, la creatividad y la capacidad de abstracción del Homo sapiens crea matemática independientemente de entornos y de características personales, es el punto de vista formalista.

Luego, ¿qué es la matemática?, ¿el código de la realidad a descifrar mediante la capacidad intelectual humana?, ¿un producto que, por humano, necesariamente debe resonar con los modos inhumanos de la Naturaleza? En esta nota, sin pretensiones de resumen de estado del arte de la epistemología o de la filosofía de la matemática, las visiones al respecto de algunos cultores profesionales de la matemática.

Platónicos y formalistas

Para el físico contemporáneo Roger Penrose, la existencia platónica de la matemática no sólo es diferente de la existencia física, sino también de una existencia mental atribuible a nuestras percepciones. En otras palabras, tres mundos ciertamente entrelazados. No todo el mundo matemático condiciona al físico, sino a una parte: hay matemática pura que no correlaciona con ninguna teoría física. No todo el mundo físico condiciona al mental, sino a una parte: el funcionamiento neurológico del cerebro induce una parte de la mentalidad humana. No todo el mundo mental condicionaría al matemático, sino a una parte: sólo una fracción de la mente humana, de una fracción de la humanidad, está interesada en la verdad matemática absoluta. Esta conjetura circular de Penrose podría ejemplificarse de esta manera: los espacios de Hilbert son una parte de la matemática que usa la mecánica cuántica que podría describir la parte del mundo físico que comanda la neurobiología del estado conciente humano que es una parte de la mente capaz de crear matemática pura como los espacios del Hilbert. Penrose concluye: "No cabe duda que en realidad no hay tres mundos sino uno solo, cuya verdadera naturaleza actualmente somos incapaces de entrever". Otro enigma de trinidades que es uno pero, para el cual no funcionan las conciliaciones como las del de Nicea en el año 325.

En la otra vereda, los neurocientíficos ponen la cuestión en un escenario cognitivo y claramente juegan en el equipo formalista. El prestigioso neurobiólogo Jean Pierre Changeux dice: "El método axiomático es la expresión de la conexión de las facultades cerebrales con el uso del cerebro humano, ya que aquello que caracteriza al lenguaje es precisamente su carácter generativo o la capacidad de dar origen a otros nuevos objetos".

Contrapunto

El astrofísico Max Tegmark es concluyente: "Nuestro universo no sólo se describe mediante la matemática, sino que *es* matemática." Según Tegmark, la descripción final y definitiva del mundo debe lucir independiente de toda carga humana, particularmente del lenguaje y, en ese sentido, no podría incluir conceptos tales como *partículas*, *cuerdas*, *deformaciones del espacio tiempo* y otras. La explicación final sólo debería contener conceptos abstractos y las relaciones entre ellos; o sea, la definición operativa de la matemática. Por el contrario, el neurobiólogo Changeux esgrime: "Afirmar la realidad física de los objetos matemáticos en el mismo nivel que los fenómenos naturales que se estudian en biología, plantea un considerable problema epistemológico: ¿cómo puede un estado físico interno de nuestro cerebro representar otro externo a él?".

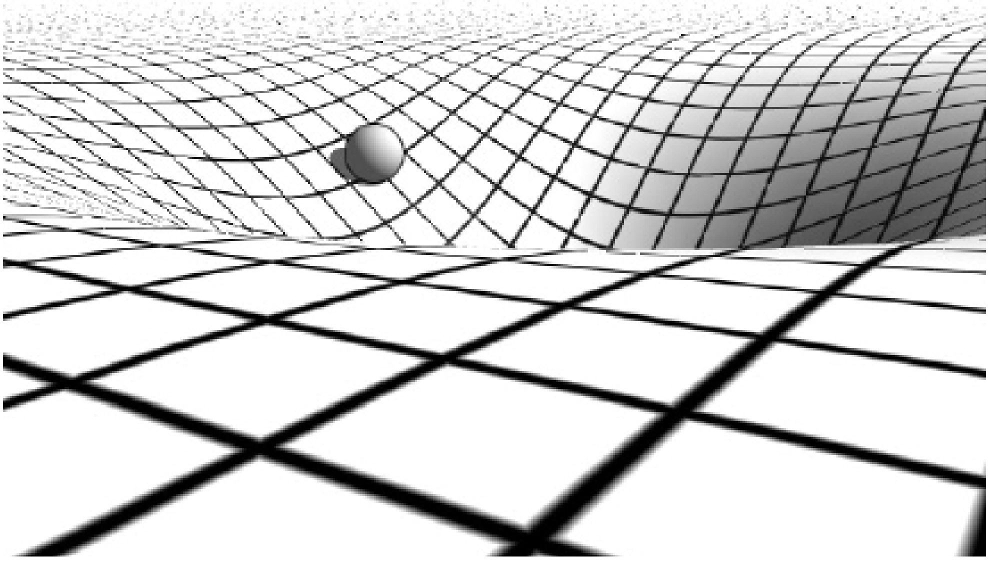
Tal como para el popular divulgador de la ciencia Martin Gardner, no cabe duda de que los números y la matemática tienen una existencia propia independientemente de que los hombres sepan sobre ella; para el premiado matemático francés Alain Connes ellos son simplemente una realidad preexistente. Por su parte, otro matemático multipremiado, Michael Atiyah opina: "El hombre ha *creado* la matemática mediante la idealización y abstracción de elementos del mundo físico". Sin embargo, el físico Mario Livio, se pregunta en su libro "¿Es Dios un matemático?": "Si la matemática es completamente una invención del hombre, ¿cómo puede tener validez universal? Las civilizaciones extraterrestres inteligentes, ¿inventarían la misma matemática o la nuestra sólo sería un sabor entre varios posibles?".

El matemático Israil Gelfand razona: "Sólo hay una cosa que sea más inexplicable que la inexplicable eficacia de la matemática en física, y es su inexplicable ineficacia en biología". Sin embargo, el matemático aplicado Joel Cohen, que estudia la salud pública en ciencias de poblaciones, afirma que el próximo microscopio de la biología es la matemática, lo cual solamente mejorará cuando "la biología sea la próxima física de la matemática". En otras palabras, el sueño de Wigner de extender más allá de la física el milagro de la eficacia de la matemática, ¿alcanzaría su expansión a todo tipo de conocimiento científico, incluido el social? Para esta respuesta, se necesita el espacio de otra nota.

De la abstracción pura a la realidad medible

Inexplicablemente o no, algunas ideas matemáticas que nacieron absolutamente libradas a la arbitrariedad intelectual de sus autores, reaparecen en algún momento posterior en la Naturaleza como si siempre hubieran estado ahí. Las nuevas geometrías -en tanto libre juego intelectual superador de la milenaria geometría euclidiana- propuestas por el matemático alemán Georg Riemann (1826-1866), su posterior aplicación einsteniana a la dinámica del universo y su coherencia con los actuales datos experimentales de la cosmología de alta precisión, son un ejemplo colosal del flujo de conocimientos que puede ir desde la abstracción más pura hacia un detalle de la Naturaleza que el hombre puede capturar. De manera similar, la llamada Teoría de Grupos, elaborada por el joven Evariste Galois (1811-1832) -la noche previa a su muerte en un duelo por su amada- bajo el torrentoso río de sus abstracciones más puras, hoy es usada por físicos, ingenieros, lingüistas y antropólogos.

"Ninguno de mis descubrimientos ha supuesto, o es probable que suponga, de forma directa o indirecta, para bien o para mal, diferencia alguna en el funcionamiento del mundo", decía arrogante



el célebre matemático británico Godfrey Hardy (1877-1947) jactándose de la intangibilidad de su trabajo en matemática pura. Sin embargo, ¿en qué se basa la actual ley de Hardy-Weinberg que usan los genetistas para modelizar la evolución de poblaciones? Sí, en los aportes del matemático "puro" Hardy.

Estas situaciones son bastante naturales en ciencia formalizada por lo que la pregunta "¿cuál va a ser la utilidad tecnológica de tu investigación?", la mayoría de las veces, queda absoluta y paradójicamente descontextualizada. De todas maneras, estos "ajustes" tan perfectos entre la libre creación en matemática, sólo guiada por el talento y la imaginación de su autor, y su posterior descubrimiento como una parte de la realidad lucen wignerianamente irrazonables.

Voces de la Facultad

La opinión personal del matemático Pablo Jacovkis, docente e investigador del Departamento de Computación, es platónica: "…es que una vez planteada una teoría matemática, si se tiene la suerte de que esa teoría sea consistente, entonces están allí ya todos los teoremas que se pueden demostrar, y el matemático (o la matemática) los descubre". La demostración "inventada" puede ser una más corta, más elegante o más ingeniosa, pero el teorema estaría desde el exacto instante en que se formulan los axiomas de la teoría. Luego, para Jacovkis "sólo hay que descubrir el teorema, como los europeos descubrieron una América realmente preexistente". Sintéticamente: la teoría o la demostración se inventan, pero el teorema se descubre.

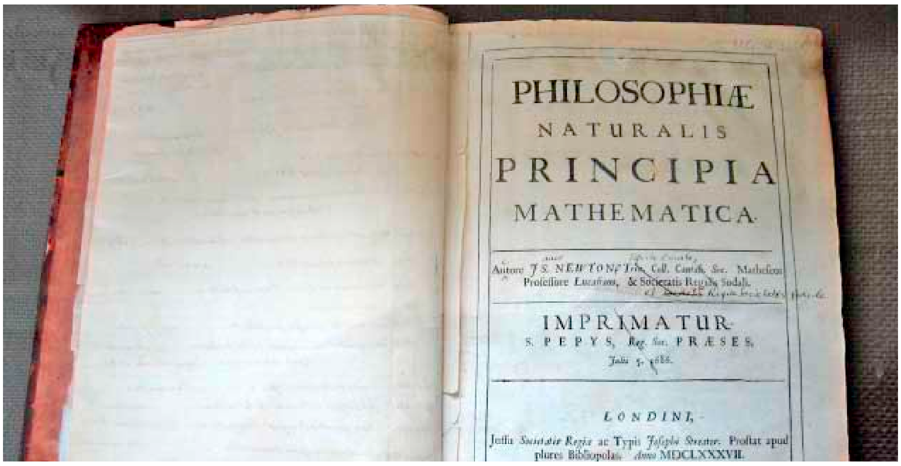
Pablo Amster, profesor e investigador del Departamento de Matemática, explica: "A partir de una crisis que hubo a fines del siglo XIX y principios del XX, se separaron varias corrientes filosóficas de la matemática, de las cuales las dos más conocidas son el platonismo y el formalismo. El platonismo postula la existencia de las entidades matemáticas en el mundo ideal. En cambio, el formalismo considera que todo es pura combinación de signos." Tal como describieron los matemáticos Philip Davies y Reuben Hersch, "el matemático típico es platónico los días de semana (es decir, opina que es un descubrimiento) y formalista (es decir, que es un invento) los domingos". En ese sentido, Amster complementa: "Cuando uno está en el día a día trabajando, dice: 'agarro un plano, lo intersecto con una esfera', y todo eso tiene existencia real. Y el día que se deja de trabajar, el domingo, cuando se piensa sobre lo hecho, uno se da cuenta de que es pura abstracción, pura letra." Amster celebra que la matemática esté al servicio de la ciencia o que sea el lenguaje de la ciencia, pero su concepción de la matemática es más cercana al arte, a la creación pura. "Los formalistas se despreocupan del éxito de la matemática, de su aplicación para resolver problemas del mundo. Claro que hay también matemática aplicada. Pero para mí, la matemática es un lenguaje que me permite crear y expresar cosas", concluye Amster.

DESDE LA EPISTEMOLOGÍA

"Concientemente o no, quienes practican la matemática pura, es decir la no aplicada, suelen tratar a las entidades matemáticas como si fueran ciertas cosas, es decir, suponen que ellas son reales, lo cual remite a una posición de carácter platónico", afirma Guillermo Boido, docente e investigador del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias de la FCEyN y agrega que, sin embargo, desde una perspectiva epistemológica, para el formalismo, dichas entidades no tienen contenido significativo alguno.

Boido explica: "Éstas son las posiciones más habituales. Hay también quienes adhieren al llamado "logicismo", según el cual tales entidades se reducen a las de la lógica -que son puramente formales-, mientras que otros, que adoptan un enfoque denominado "neointuicionista", sostienen que son construidas por nosotros. Sólo en el primer caso podríamos decir que aquello con lo que trata la matemática se descubre porque preexiste de antemano. En cualquier otro caso, lo que se sostiene es que las entidades matemáticas surgen de un proceso de carácter intelectual. Sin embargo, se trata de una cuestión no resuelta que sigue siendo objeto de controversia."

Philosophiæ naturalis principia mathematica, de Isaac Newton. Para muchos, la obra científica más grande jamás publicada sobre la descripción matemática de la Naturaleza. Para Isaac Asimov, el trabajo que acabó, de una vez por todas, con el complejo de inferioridad del europeo moderno, con relación a los antiguos, para describir el mundo.



"Como matemático, creo que, en general, nuestro trabajo se hace con estructuras formales y lo podemos hacer, en un sentido operacional, sin prestarle atención a la realidad", explica Gabriel Acosta, profesor e investigador del Departamento de Matemática. Las excepciones a esta dinámica son aquellas en que la pregunta original implica un contacto directo con el mundo. Acosta agrega: "En este último caso hay un momento necesario, que podemos llamar vagamente "de modelización", donde ciertos aspectos de la realidad se recortan y formalizan y, aquí, el matemático puede poner su habilidad conceptual en favor del trabajo interdisciplinario. Por otro lado, si nos apegamos al cliché que reduce a la matemática a un pasaje de premisas a conclusiones válidas apelando a ciertas reglas (que pueden variar en cada caso) y donde "válido" significa precisamente obtenido a través de las reglas; entonces, como las reglas son contingentes, el asunto de la necesidad está dado sólo por la validación y sería eso, justamente, lo que le da perpetuidad y universalidad a la matemática". Acosta advierte: "No hay que olvidarse de que en un teorema de la forma típica "si A entonces B", el teorema está en la parte del "*entonces*", y eso es lo completamente verdadero. Lo curioso y sorprendente es que, dicho de ese modo, pareciera muy improbable que la matemática tuviera capacidad de dar cuenta de la realidad; sin embargo, ocurre justamente lo contrario: le asociamos aquello más perdurable y universal". Acosta reflexiona: "La aspiración matemática a lo general y su amistad con la abstracción le han proporcionado una mística particular" pero aclara que, sin embargo, este sitio se lo ha ganado por merito propio porque abundan los ejemplos en los cuales la abstracción más profunda conduce a predicciones notables sobre la realidad.

"Si en la pretensión cartesiana de un racionalismo teológico, hay un ´Libro de Dios´ al que algunos pocos acceden, yo no podría afirmarlo; pero como descripción poética me parece perfecta. Para el célebre matemático húngaro Paul Erdos (1913-1996), el libro de Dios existe pero en él sólo está escrita la mejor demostración de cada teorema", concluye Acosta.

Por su parte, el profesor e investigador del Departamento de Matemática de la FCEyN, Pablo Groisman, prefiere ver a su disciplina como una creación antrópica: "La matemática es una construcción netamente humana, pero no nos olvidemos que el hombre forma parte de la Naturaleza. No sólo es imposible independizarse del contexto en el que uno hace matemática, sino que podría haber diferentes matemáticas cada una ligada al entorno de su creador. Yo creo que la matemática no es única. Si hay leyes universales que valen acá o en otras galaxias, ambas matemáticas van a estar influenciadas por esas mismas leyes pero probablemente de manera diferente. Serán distintas matemáticas porque son una construcción dependiente de su entorno natural."

"A veces uno está detrás de modelar fenómenos naturales pero yo creo que esos modelos no nos son dados cuando se supone que los descubrimos sino que son una forma particular de verlos y, en ese escenario, las visiones pueden ser bien diferentes", explica Groisman y ensaya una analogía del efecto mariposa sobre la evolución de la matemática: "Si hace dos mil años se hubiera producido una pequeña variación en la matemática que se estaba haciendo en ese momento yo creo que hoy la matemática podría haber sido otra totalmente distinta."

Groisman continúa: "No creo que sea relevante que haya conceptos o aportes de la matemática de tres mil años de antigüedad que, porque los seguimos usando y sean válidos, le den a la matemática una superioridad frente a otras construcciones intelectuales donde eso no pasa. Que usemos la matemática que usamos hoy es sólo una convención. Mañana la comunidad de los matemáticos podríamos decidir convenir otra cosa." Finalmente opina: "Tengo una visión menos mística o que coloque a la matemática por encima del hombre y de su contexto; por el contrario, como el hombre no domina el contexto, la matemática que se produce es finalmente dependiente de su individualidad y de su entorno, el cual incluye también a la comunidad de matemáticos como tal."

De tesis y de antítesis

Es o se hace. Descubierta o idealizada. Código de la realidad o estructura mental. Una de las descripciones matemáticas de la parte de la realidad que le compete a la mecánica cuántica –el mundo subatómico–, implica –para el escándalo de cualquier filósofo clásico– que las tesis y las antítesis, sintetizan. Ondas y partículas son exactos opuestos en una única entidad. En esa lógica no clásica y por más tautológico que luzca el argumento, ¿el hombre construirá a la matemática arbitrariamente y sujeto a su contexto natural sólo para inevitablemente descubrirla en la Naturaleza?