

# LAS MATEMÁTICAS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL

RAFAEL CAMERANO FUENTES<sup>1</sup>

## Resumen

*El modelo matemático representa las relaciones cuantitativas más importantes del objeto bajo estudio. Por consiguiente, es susceptible de almacenarlo en un computador para la observación de su dinámica y poder predecir su comportamiento futuro. Así, los modelos matemáticos, la algoritmia y el computador conforman la base de lo que se denomina la matemática aplicada, esencial en la formación de alto nivel en cualquiera de sus especialidades.*

*Palabras claves: Modelo, matemática aplicada, algoritmos, computador, predicción.*

## Abstract

*The mathematical models represent the more important quantitative relation of the objects under study. Therefore, he is susceptible to store it in a computer for the observation of its dynamics and power to predict its future behavior. Thus, the mathematical models, algorithmic and the computer conform the base of which the mathematical one is denominated applied, essential in the formation of high level in anyone of its specialties.*

*Key words: model, applied mathematics, algorithms, computer, prediction*

## PREDECIR EL FUTURO

El profesor Rodolfo R. Llinás, científico colombiano vinculado con la universidad de New York, en una de sus recientes publicaciones, *El Cerebro y el Mito del Yo*, se sorprende al advertir que los seres vivos unicelulares decidieron asociarse hace sólo 2.000 millones de años. Si bien la asociación multicelular implica ceder algunos derechos de libertad en bien de la asociación, desde el punto de vista de la supervivencia de la especie es mucho mejor porque las células se ayudan mutuamente compartiendo sus fortalezas y generando un ser mucho más adaptado y resistente a los cambios ambientales. Afirma Llinás que el nivel de sacrificio es tal que en los organismos complejos la muerte de una de sus partes trae consigo la muerte de todo el sistema celular, sin importar que esté sano. Cuando el corazón de un ser humano se detiene, dejando de latir hasta morir, los demás órganos también mueren, no importa el estado en que se encuentren.

Señala, además, que el propósito fundamental del cerebro humano es el de predecir, el de anticiparse a los acontecimientos, el de prever el comportamiento futuro de los objetos en su propia dinámica. Afirma que la existencia del cerebro en los seres vivos se justifica únicamente si éstos necesitan desplazarse. Todos los seres que tienen movimiento requieren

cerebro para predecir y planear los movimientos futuros. Las plantas no requieren de este importante órgano, dada su posición espacial estable.

Estos dos aspectos señalados por el profesor Llinás nos llevan a considerar que el cerebro tiene necesidad de hacerse una imagen del mundo que lo rodea y, de alguna manera, conocer el comportamiento del entorno, especialmente de aquellos objetos que atentan contra su existencia y otros que lo ayudan a mantener con vida. De otra manera no se comprende cómo la función principal del cerebro es predecir. Esa imagen del comportamiento futuro del entorno en sí misma es un modelo, pues no será posible recoger absolutamente todos los detalles que determinan éste. Al ser vivo le interesan solo los aspectos relevantes, aquellos que son visibles, entendiendo por visibles los que de alguna manera son importantes para el desarrollo y super-vivencia del objeto. La complejidad de la imagen del entorno por parte del cerebro depende de la complejidad del mismo y su nivel de desarrollo.

<sup>1</sup> Profesor Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma de Colombia

Por consiguiente, el cerebro cumple su función a partir de modelos extraídos de la realidad y su mundo es un modelo integral que se hace más complejo en la medida en que el objeto adquiere experiencia e interacciona con el medio. Se sabe que los pájaros aprenden a cantar por enseñanza directa de otros pájaros. Los chimpancés utilizan herramientas para sacar termitas de sus refugios. La técnica consiste en introducir una vara mojada con saliva por el agujero, las termitas se pegan y luego son extraídas y comidas por el chimpancé.

La información de tipo genético se quedó corta para la supervivencia y para mejorar la calidad de vida. La alternativa que encontraron los seres humanos, especie más desarrollada, fue la educación. Transferencia de información, experiencias, procedimientos, técnicas, metodologías y el estímulo permanente del potencial del cerebro humano a través de símbolos, del lenguaje o de cualquier otro mecanismo expedito que permita aumentar las posibilidades de subsistencia.

El cerebro se constituye en un órgano que se adapta a los modelos creados por el ser vivo. Es en la interacción permanente con el entorno, la evaluación sistemática de las experiencias, del ensayo y error y del aprovechamiento de su capacidad racional e intuitiva, como el cerebro de autoperfecciona, siendo capaz de ampliar su capacidad de control sobre los acontecimientos de la naturaleza. Podríamos afirmar que el propio cerebro es un modelo de la realidad y su complejidad no es más que el camino que emprendió para parecerse más a la realidad. Él ha extendido su influencia hacia el entorno modificándolo con lo que se conoció en el siglo pasado como la revolución científico-técnica.

Todo aquello que nos rodea que no ha sido creado por la naturaleza por azar o necesidad, es producto del cerebro humano y del cerebro de los animales menos desarrollados. Su propósito no ha sido otro que extender su influencia más allá del espacio en donde se encuentra confinado. Así, el modelo cerebro se ha perfeccionado, no por evolución propia, de sus partes constitutivas, no es que sus células sean mejores o estén mejor conectadas, lo que ha ocurrido es que se aprovechó del entorno, de todo aquello que lo rodea, que no es más que sus propias moléculas y átomos organizados de manera diferente para mejorar las condiciones en que se desenvuelve. Es innegable que la revolución teleinformática permitió el trabajo mancomunado de muchos cerebros y computadores para la solución de los grandes y complejos problemas que enfrenta la humanidad.

Realmente se trata de un solo cerebro que se ha extendido dividiendo en forma original el trabajo mediante la organización sustentada en la variedad, en el punto de vista diferente, en un ambiente de tolerancia que le imprime dinámica al cerebro colectivo. Su expresión más organizada es la comunidad científica, que reúne a lo más granado de la humanidad con

el propósito explícito de mejorar las condiciones de vida de los seres humanos.

Si en un principio la función del cerebro era predecir el futuro desde la perspectiva del movimiento mecánico, hoy el cerebro colectivo tiene como función mejorar la calidad de vida del ser humano a partir del control de todos y cada uno de los acontecimientos de la naturaleza.

## ESPACIO DE REFLEXIÓN

La física y la astronomía en primera instancia, la ingeniería, economía y tecnologías en segunda, y recientemente las ciencias sociales se han apoyado en las matemáticas para modelar los objetos de estudio propios de la especialidad y descubrir, mediante la interrelación de conceptos ligados por eslabones lógicos, el comportamiento de esos objetos bajo circunstancias dadas. La física ha mirado con la lente matemática las profundidades de la materia y ha verificado en costosos laboratorios las predicciones surgidas de la manipulación ordenada de garabatos que simbolizan el intrínquilis que subyace en lo aparente y superficial.

¿Por qué las matemáticas son útiles para la descripción del universo? ¿Las relaciones conceptuales de los objetos matemáticos por qué interpretan la dinámica y los procesos reales? ¿Las matemáticas fueron descubiertas por el hombre y su carácter es objetivo o fueron creadas por el hombre? ¿Será posible que la matemática, al lado de las ciencias naturales y humanas, coadyuve a develar el secreto de la vida y, más allá, el surgimiento de la inteligencia y la conciencia en el hombre? Estas y otras preguntas han ocupado las mentes más inquietas durante la historia reciente de la humanidad.

Haremos el ejercicio colectivo de reflexionar sobre estos aspectos propios del espacio académico con el fin que la comunidad universitaria, vale decir, docentes, estudiantes, directivos y académicos, en todas las disciplinas del conocimiento, interesados en compartir sus pensamientos, que nos permita volver por el cause de la ciencia, la filosofía y la mirada crítica de todo aquello que constituye la cultura y que en otrora caracterizó el quehacer académico de la Universidad Autónoma de Colombia. Particularmente en el tema que nos ocupa abriremos el debate franco y sincero, pues éste ha sido la principal fortaleza de la universidad en los programas de ingeniería y economía, porque entendimos desde los primeros pasos la conveniencia de entregar a los estudiantes herramientas de validez general y perdurables, que le sirvieran a la mente para adaptarse a los vertiginosos cambios que experimenta la tecnología. Deseamos la participación de los humanistas porque consideramos que sus aportes le darán a la matemática de la universidad un perfil único y la impronta de un grupo de docentes que

desde un principio nos comprometimos desinteresadamente en sacar adelante este interesante proyecto educativo para la sociedad colombiana.

## LOS COMPUTADORES SE INTEGRAN A LA MATEMÁTICA

La creación de los computadores se ha constituido en el logro más importante de la humanidad, al aumentar considerablemente su potencial intelectual. La amplia aplicación de los métodos matemáticos y de los computadores abrió nuevas posibilidades para la elevación de la productividad del trabajo, el desarrollo de la producción y la organización. Los computadores condicionaron la aparición de métodos nuevos y más eficaces de conocimiento de las leyes del mundo real y su utilización en la actividad práctica de la humanidad.

La ciencia, la tecnología y la economía aprovecharon la matemática y particularmente las enormes posibilidades, todavía lejos de ser agotadas, que da la aplicación de los computadores. Su utilización está relacionada con la construcción de modelos matemáticos de los objetos estudiados y con la creación de algoritmos de cálculo. Las máquinas también deben someterse a “enseñanzas”, es decir, obtener una implementación programática tanto de carácter general, como de orientación especial. Es así como en la actualidad los elementos fundamentales de las llamadas matemáticas aplicadas son los modelos matemáticos, algoritmos de cálculo y los computadores.

El computador más que una herramienta es una extensión del cerebro. Este último delegó en él funciones mecánicas y repetitivas que le consumían mucho tiempo distrayéndolo de su función principal de predecir, crear y planear. No obstante, el desarrollo de la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones le permitieron al computador trascender de lo mecánico y repetitivo para convertirse en un aliado fundamental del cerebro, al potenciar sus funciones principales. Si bien Gödel estableció un límite en las posibilidades inteligentes e intuitivas de este curioso aparato, es evidente que el vertiginoso avance de la tecnología está sustentado en la manipulación ordenada y controlada de las señales binarias que recorren su sistema nervioso.

Todo ello ha sido posible porque el computador es un modelo matemático que realiza operaciones lógicas y aritméticas. Todo aquello que ingresa al computador de alguna manera se convierte en números, en dígitos, en señal digital. Para el computador no existe la voz ni la imagen. No existen los símbolos ni los signos. Para él todo son números. En consecuencia, quien desee interaccionar con la máquina debe tener claro que se enfrentará a un modelo matemático sui generis, porque es tangible y está compuesto de “carne y hueso”. Si usted creía que la matemática estaba reservada para el pensamiento estricta-

mente abstracto estaba equivocado. Ese equipo que usted está manipulando está formado de números materiales que viven en el mundo atómico y, para hacer las cosas más fáciles, trabajo sólo con dos dígitos: el 1 y el 0. Y aunque parezca un cuento de Carroll todo lo que hace: llevar un hombre al espacio, dirigir el aterrizaje de un avión, predecir el comportamiento caótico del tiempo y todo aquello que por complejo parezca, lo realiza manipulado 1's y 0's.

Por ello la matemática moderna no se puede entender al margen del computador y de sus posibilidades en modelamiento matemático. La investigación de operaciones, área de la matemática que resurgió como el ave fénix jalonada por el computador quien le permitió mostrar su verdadera cara y su gran capacidad para el modelamiento de sistemas en donde intervienen muchas variables con el objetivo de optimizar, es decir, de encontrar en un pajar de infinitas soluciones la aguja, símbolo de la solución única y óptima en un tiempo record que no se lograría en muchos años ni con la participación de las mentes calculistas más brillantes que nos deslumbran en los circos profanos con el reto a calculadoras de última generación.

## LA MATEMÁTICA APLICADA

La formación de las matemáticas aplicadas fue estimulada por el rápido desarrollo de la microelectrónica, la nanoelectrónica y la optoelectrónica pues permitió la solución de una serie de problemas relacionados con modelos de sistemas reales, distinguidos en la ciencia y tecnología por su alto grado de complejidad y por la forma numérica específica de solución. Generó nuevos métodos matemáticos y técnicas de cálculo. Ello fue posible dado que en esencia el computador realiza operaciones aritméticas, más específicamente la suma, operaciones lógicas, basadas en la comparación, y se relaciona con el medio ambiente a través de sensores que emulan los sentidos humanos e interfaces locales y remotas que habilitan al hombre para que establezca lazos de amistad con esta poderosa herramienta que no se resiste a evolucionar en un proceso simbiótico, de mutua ayuda, potenciando la inteligencia, la intuición y la razón para cumplir, de esta manera, con la tarea fundamental del hombre de procurar el perfeccionamiento del universo, generoso al crear de sus propias entrañas a un ser que se preocupa por su sostenimiento y desarrollo.

Históricamente ha sido polémica la importancia de la matemática aplicada. Matemáticos connotados como Godfrey Harold Hardy planteaba en la Apología de un matemático que “las matemáticas puras son buenas y bellas; las matemáticas aplicadas son algo feas o degradadas”. Más adelante señalaba “debo dejar a los químicos e ingenieros que expongan, casi con fervor profético, los beneficios conferidos a la civilización por los motores de combustión, el aceite y los explosivos. Si yo pudiera alcanzar todas las ambiciones científicas de mi vida, es



seguro que las fronteras del imperio no hubieran avanzado...”. Hardy tendría hoy una opinión diferente. El apoyo invaluable y conciente de la matemática a las ciencias y la tecnología es indudable. Las aproximaciones numéricas, los elementos finitos, los modelos reticulares y algorítmicos utilizados por la ingeniería para la simulación y diseño de nuevos sistemas es una prueba contundente de la nueva mirada de la matemática en el quehacer diario de la ciencia y la ingeniería.

## EL MODELO MATEMÁTICO

El modelo matemático, basado en una cierta simplificación e idealización, no es idéntico al objeto, sino un reflejo aproximado. No obstante, gracias a la sustitución de un objeto real por el modelo correspondiente, aparece la posibilidad de formular su estudio como un problema matemático y valerse para su análisis del aparato matemático universal, que no depende de la naturaleza concreta del objeto. Las matemáticas permiten describir uniformemente un amplio círculo de hechos y observaciones, realizar su análisis cuantitativo detallado, predecir cómo se comportará el objeto en diferentes condiciones, es decir, pronosticar los resultados de las futuras observaciones, tal como lo establece el método científico. Por supuesto, la complicación en la construcción e investigación de un modelo matemático depende considerablemente de la complejidad del objeto estudiado. La exactitud y la autenticidad de los resultados es uno de los más delicados en las matemáticas aplicadas. La aplicabilidad de un modelo matemático para el estudio del objeto en consideración no es un asunto puramente matemático y no puede resolverse por los métodos matemáticos. El criterio fundamental de verdad es el experimento, la práctica en el sentido más amplio de la palabra. Las matemáticas se han convertido en el lenguaje de la ciencia y juegan un rol considerable en la tecnología.

En las matemáticas se presentan con frecuencia problemas para los cuales no se logra obtener la solución en forma de una fórmula que relacione las magnitudes buscadas con las dadas. Para su solución se trata de hallar algún proceso infinito convergente al resultado buscado. Si tal proceso está indicado, al hacer cierto número de pasos e interrumpir luego los cálculos, obtendremos una solución aproximada al problema. La aplicación de los métodos numéricos mediante computadores amplió considerablemente la cantidad de problemas matemáticos que permiten un análisis completo. Hoy día el investigador, al construir el modelo matemático de algún objeto, ya no se ve obligado a recurrir a simplificaciones, antes necesarias para obtener el resultado en forma explícita. Su atención se dirige, ante todo, a tomar en consideración las particularidades sustanciales del objeto en estudio y reflejarlas en el modelo matemático. Después de construido el modelo, se plantea la tarea de elaborar el algoritmo para la resolución del problema matemático correspondiente y llevar esta a cabo mediante un

computador. De esta manera los computadores cambiaron el enfoque de aplicación de las matemáticas como método de investigación. Provocaron la reorientación de muchas ramas de las matemáticas ya formadas y el desarrollo de una serie de ramas nuevas. Actualmente los computadores son uno de los factores determinantes del progreso científico-técnico.

Con nuevas técnicas y sin preocupaciones sobre la complejidad del objeto reflejado en el modelo, todas las disciplinas y actividades humanas modelan su entorno contemplando cada vez más factores cuya pequeña influencia sobre el comportamiento final del objeto apenas es perceptible. Se han conseguido mejores resultados en la representación digital del universo en todas sus facetas, incluyendo aquellas que solo existen en la mente del hombre. El modelo matemático aprovecha la rapidez de los procesadores sólidos para no escatimar esfuerzos en aproximaciones innecesarias. Se trata, entonces, de una verdadera revolución en la forma como el hombre emprenderá los nuevos retos que se avecinan.

## GENERALIZAR LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN U. AUTÓNOMA

Así las cosas, es un error creer que el computador puede reemplazar la enseñanza matemática y sustituir el método, los objetos abstractos, los conceptos y sus relaciones. Eso es tanto como creer que la música se puede reemplazar por los instrumentos que interpretan su armonía, que hacen tangible la lírica, que mueven los sentimientos más profundos del hombre y que materializan la creación del compositor. El computador es un elemento que hace parte de la tríada sobre la cual se sustenta la matemática contemporánea: modelos, algoritmos y computador.

Nos corresponde a nosotros, a todos aquellos que de alguna forma utilizamos las matemáticas en nuestras especialidades o los que la han hecho objeto de estudio, innovar, crear nuevas maneras para que nuestro estudiante, con todas sus fortalezas y debilidades, la aprehenda y la utilice, no solo como herramienta de apoyo y trabajo, sino como una disciplina que le ayudará a ordenar sus ideas, conceptos, técnicas y experiencias. La universidad cuenta con las salas y con el recurso básico sobre el cual podemos reiniciar desde ya la implementación del proyecto que pondrá una impronta a los egresados de esta casa de estudios.

Por ello, es urgente corregir el rumbo para intensificar en todos nuestros programas académicos, sin excepción, la utilización de los modelos matemáticos de sistemas complejos, donde los sociales son su máxima expresión, en la perspectiva de suministrar al futuro profesional la herramienta más poderosa de la sociedad moderna: la matemática aplicada.

---

## **BIBLIOGRAFÍA**

STEWART, Ian. De aquí al infinito. Crítica. 1998.

STEWART, Ian. El segundo secreto de la vida. Crítica. 1999.

BARROW, John. ¿Por qué el mundo es matemático? Grijalbo. 1997.

TÍJONOV, KOSTOMÁROV. Algo acerca de la matemática aplicada. Mir. 1983.

RODRÍGUEZ, Rafael. Del universo al ser humano. Mc Graw Hill. 1997.

Programa Redes. tve. 2004.

HEGENBERG, Leónidas. Introducción a la filosofía de la ciencia. Herder. 1968.

LLINÁS, Rodolfo. El cerebro y el mito del yo. Norma. 2001.

COURANT, Richard. ¿Qué son las matemáticas? Fondo de cultura económica. 2002.