

El Mundo Natural de los Seres Vivos, un Modelo Perfecto de las Matemáticas

*LEONARDO ENRIQUE SOLAQUE GUZMÁN

**LUCIO ROJAS CORTÉS

RESUMEN

Desde que el ser humano empezó a hacer uso de su razón, ha buscado desafortunadamente explicación de muchos de los procesos físicos existentes y ha intentado optimizar una gran variedad de tareas: es por esto, que logró crear una herramienta poderosísima llamada MATEMÁTICAS. Con este invento, el ser humano ha tratado de explicar un sin número de procesos, convirtiéndolos a símbolos tratables y manejables. Pero, ¿qué tan cerca estamos de comprender el mundo? Albert Einstein decía: "Lo más incomprensible del universo es que fuese comprensible".

NATURALEZA Y MATEMÁTICAS

Las matemáticas nos han permitido viajar en el tiempo, a épocas muy remotas y a fu-

* Universidad de Antioquia, Ingeniero Electrónico, 4º. Semestre de Magister en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Automática, Control y Robótica, Universidad de los Andes.-Asistente Graduado de la Universidad de los Andes.-Docente medio tiempo Universidad Militar "Nueva Granada".

** Lic. En Matemáticas Universidad Distrital F. J. C. Especialización en Gerencia de Costos, Docente de medio tiempo Universidad Militar "Nueva Granada" Ingeniería Mecatrónica, Docente de cátedra Pontificia Universidad Javeriana, Docente Universidad Central.

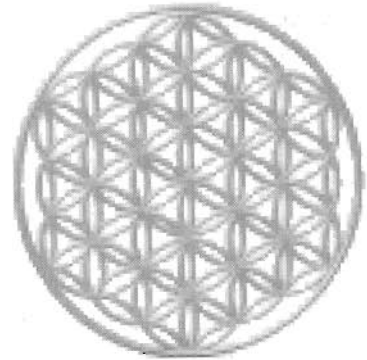
turos inimaginables, a tal punto que podemos reconstruir con una gran precisión los acontecimientos de los primeros días de la formación del mundo, los acontecimientos en un determinado número de años o predecir cuándo será el próximo eclipse de Sol o si se prefiere el eclipse de Luna. Pero esto va más allá de nuestro planeta, podemos calcular los movimientos de nuestra Vía Láctea, el nacimiento de una estrella o su final como enana blanca.



No sólo en el mundo macro se han hecho grandes predicciones y reconstrucciones del pasado; en el mundo micro también se ha realizado en grandes dimensiones, se ha profundizado tanto en el átomo gracias a esta herramienta, que logramos describir las presiones desmesuradas y las altas temperaturas en el interior del núcleo, que no son ni siquiera imaginables, donde el tiempo que manejamos normalmente no tiene cabida y rige la teoría de la relatividad.

El formalismo matemático nos ha llevado a construir mundos absurdos e imaginarios, donde creamos espacios abstractos de cuatro o más dimensiones, ¡pensar que nosotros vivimos en un espacio de tan sólo tres dimensiones!, también a tratar simbólicamente con conjuntos vacíos o pasar de lo infinitesimal a lo infinito.

¿Quién nos garantiza que estos logros, no los hubiesen alcanzado seres vivos diferentes a nosotros pero pertenecientes al mundo de



los seres vivos? La verdad es que antes de que existiera el primer ser humano, otros seres vivos por su afán de supervivencia y capacidad de adaptación ya sabían sacarle provecho a las bondades de las matemáticas para su beneficio; tras muchos años de ensayo y error han logrado optimizar procesos y maximizar sus esfuerzos, transmitiendo este conocimiento genéticamente de generación en generación.

Como corroboración a la anterior afirmación se mirarán algunos ejemplos donde los seres vivos que no pertenecen a la clasificación del ser humano, anticiparon resultados de descubrimientos hechos por los antiguos matemáticos.

Las plantas, debido al carácter estacionario, disfrutan de los beneficios que otorga la simetría radial. Se ha demostrado matemáticamente que la curva plana cerrada que más área abarca en su interior es el círculo. Visto así, ¿es una casualidad que los árboles tengan sus troncos en forma cilíndrica? No. Son siglos de adaptación ya que se han visto obligados a soportar agentes externos como son los vientos que de una forma aleatoria fuerzan el tronco defleciéndolo, de modo que su geometría garantiza una resistencia uniforme a dichas fuerzas. Si fuese otro tipo de curva la existente, tendrían puntos de mayor esfuerzo que otros y tenderían a romperse por los puntos de mayor esfuerzo. Otra cualidad de este acondicio-

namiento, es la maximización en los conductos de savia, pues se logra una mayor capacidad de transporte dentro del tronco con esta disposición, ya que se abarca más área.

La cóclea o caracol del oído interno de los mamíferos es una estructura que se enrolla sobre sí misma en forma de espiral; esto fue lo que se le ocurrió desarrollar a un constructor de instrumentos de viento, logrando la producción de notas más graves. Imitó lo que la naturaleza hacía mucho tiempo ya había desarrollado.

Las hélices circulares aplicadas en los tornillos, las escaleras de caracol, los resortes espirales, tal vez fue el primer invento a nivel geométrico de la naturaleza o ¿qué piensa del modelo del ADN?, la curva por donde han ascendido todas las especies conocidas en busca de la perfección, el espiral de la vida, que fue expuesto por Watson y Crick en 1962, atribuyéndose el Nobel de Medicina y Fisiología.

¿Qué pensar del manejo en forma abstracta del concepto de número que realizan las aves?, pues bien, aunque no en forma verbal, han demostrado tener más certeza que la que nosotros tenemos en la distinción de una cantidad de puntos mostrados en instantes de tiempo; además se ha revelado que las palomas pueden contar hasta cinco, los periquillos hasta seis y las cotorras hasta siete.



Existe una especie que ha quedado protegida aritméticamente, tal es el caso de la cigarra periódica, que de alguna manera evolucionó para permanecer en su estado de ninfa durante diecisiete años (trece para otro tipo de cigarras), periodo dentro del cual permanece bajo tierra alimentándose de jugos extraídos de las raíces de los árboles, pero llega la hora marcada con una aceptable precisión del reloj biológico de cada una de ellas, que les indica el deber de salir a la superficie, completar su desarrollo, aparearse, depositar sus huevos y morir. Es fantástica la eclosión de miles de millones de cigarras, pero más fascinante para los predadores que se deleitan con este manjar y de casualidad se encuentran en la hora indicada y el sitio indicado. No existe modo de que los predadores estén preparados, ellos no están programados genéticamente para anticipar este regalo. La aparición repentina y en esta cantidad es uno de los mecanismos de defensa para la supervivencia, muchas mueren pero más viven. Un análisis más fuerte, nos revela que al ser primo el período vital de la cigarra, la protege de sus predadores, si no fuera primo el periodo vital de las cigarras, ninguna especie predadora de períodos compuestos, o sea que puedan repetirse sus generaciones en espacios de dos, seis, doce años rebajaría tremendo banquete, acrecentando el número de predadores y disminuyendo el número de cigarras.

El mundo vegetal es otro de los beneficiarios de las matemáticas, esto se ilustra al aplicar muy bien la teoría de probabilidades; muchas plantas, en regiones donde no proliferan los insectos polinizadores, le juegan a la probabilidad para lograr las fecundaciones, lanzando grandes cantidades de polen, capaces de dejar una delgada capa sobre las superficies de los lagos, tal como sucede en Canadá.

El círculo y la esfera poseen propiedades geométricas excelentes, de las cuales mecánicamente hablando proporcionan facilidad en el desplazamiento sobre superficies y posibilidad

de cambio de dirección. Las anteriores son razones de por qué el escarabajo estercolero ha implementado la construcción de una esfera en la medida en que va ejecutando la recolección de excremento herbívoro, el cual será suministrado a sus crías.

Pero no debemos dejar de lado el cono, a pesar de que existe una enorme variedad de tamaños y colores en los huevos; esta disposición geométrica la han optado los huevos (ovoide), para no desplazarse del sitio de donde están, ya que el cono al echarlo a rodar describe una trayectoria circular con centro en su punta más aguda.

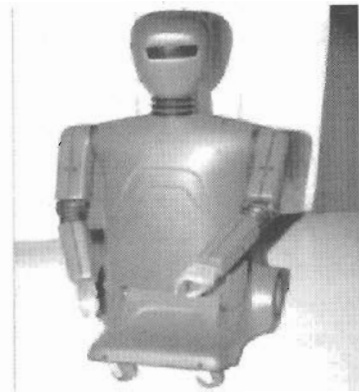
Si alguna vez hemos pensado en qué se inspira el diseño de controles de los misiles autodirigidos, encontraremos que es similar al instinto de los grandes predadores (excluido el hombre), que a medida que siguen su presa autónomamente van reacomodando las direcciones de la curva que los une a ella.

Las ecuaciones diferenciales han proporcionado al hombre la herramienta que de forma general soluciona este problema; estas en todo momento pueden ajustarse a nuevas condiciones, y al mismo tiempo optimizar las curvas de unión (misil-objetivo) entrando en el campo del cálculo de variaciones.

Inspirados en la forma de navegación de las aves, el hombre ha construido elementos de navegación, tal es el caso del 'GPS' (global positioning system - sistema de posicionamiento global), que es utilizado hoy en día en los aviones, que con la ayuda de los satélites saben las coordenadas de su posición. Las aves como la paloma mensajera utilizan la dirección del campo magnético terrestre y los movimientos solares para determinar el rumbo a seguir.

¿Por qué es tan difícil lograr que un robot camine autónomamente en un espacio

tridimensional?, la solución a este problema, la naturaleza la implementó hace mucho tiempo al darnos la adaptación al espacio tridimensional. Los tres canales semicirculares del oído interno, nuestro órgano del equilibrio y de la orientación en el espacio, están situados en tres planos mutuamente perpendiculares entre sí, cuando nos inclinamos el nivel de líquido en ellos (sensor), varía, informando al cerebro la actualización de la nueva coordenada, de modo que éste la procese e indique la posición con respecto al plano terrestre en la cual nos encontramos. Cuando este sistema falla se produce en nosotros el llamado vértigo o pérdida del equilibrio.



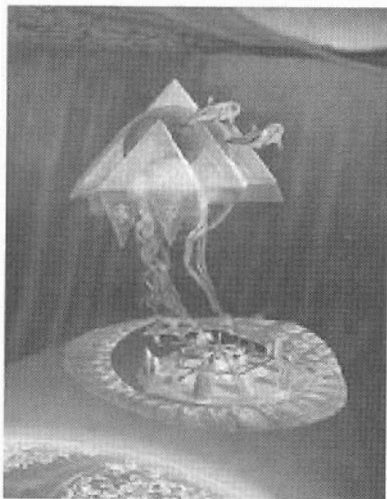
Una muestra de ingeniería aplicada, la dan las abejas en la construcción de sus panales: aplican perfectamente la maximización de espacio y la minimización de elementos para la construcción. El triángulo, el cuadrado, el hexágono son los únicos polígonos regulares que cubren perfectamente un plano sin dejar espacios. Las abejas han elegido para sus celdas la forma de prisma hexagonal que permite el aprovechamiento del espacio sin dejar intersticios inutilizados (maximización de espacio); el fondo de las celdas está formado por tres rombos iguales de modo que se consuma el mínimo de cera posible en la construcción (minimización de material).

Además se ha encontrado que las abejas se comunican a través de la danza, de modo

que cuando una abeja exploradora encuentra una fuente de néctar, danza al llegar al panal para informar a sus compañeras con figuras geométricas la dirección y distancia que se encuentra la fuente con respecto al panal.



Tiempos atrás, cuando recién apareció el cálculo infinitesimal, Samuel Koenig matemático Suizo hacia 1712, tenía el problema de hallar los ángulos de una celda hexagonal de volumen fijo y superficie mínima; su resultado mostró una diferencia de apenas dos minutos de arco con respecto a las medidas tomadas en un panal. Satisfecho Koenig con este resultado dio crédito a las abejas, que sin ningún instrumento de precisión se acercaban al resultado que él había ob-



tenido. Pero, ¿por qué la diferencia? Aparecieron incrédulos en busca de razones y después de revisar los cálculos se encontraron con la sorpresa de que el error no estaba en las abejas, sino que se encontraba en la cantidad de dígitos significativos del número $\sqrt{2}$ que se habían tenido en cuenta para los cálculos.

Esta es una pequeña muestra de un sinnúmero de ejemplos en donde seres irracionales durante millones de años en busca de su supervivencia han logrado permanecer en el planeta tierra, transmitiéndose este conocimiento por medio de su código genético.

Muchos aspectos de los inventos que se realizan son inspirados en el reino animal y vegetal, es por eso que este es un llamado a reflexionar ya que el campo está abierto y casi virgen para que futuros investigadores escudriñen sus más profundas intimidades.

CONCLUSIONES

El hombre ha tratado de explicar el mundo de la naturaleza por medio del lenguaje matemático, modelando situaciones a través de la experimentación y el razonamiento para su propio beneficio y la supervivencia del hombre.

El lenguaje de la matemática es la poesía que trata de explicar el mundo que nos rodea, sustentada en una lógica propia, aproximándose a nuestra realidad.

BIBLIOGRAFIA

Revista: Universidad de Antioquia - Antonio Vélez.

COLLETTE, Jean Paul. 1985. Historia de las matemáticas I. Madrid: Siglo XXI Editores.

NEWMAN, James Roy, 1983. El mundo de las matemáticas: Selección de textos matemáticos de todos los tiempos con notas y comentarios. Serie Sigma. Barcelona: Ediciones Grijalbo.