

La complejidad de la vida

Reflexiones sobre la inteligencia artificial y la integración de sistemas.

por Derek A. Linkens

En mi discurso presidencial ante el Instituto de Mediciones y Control en 1993, titulado «El papel de la inteligencia en Ingeniería de Sistemas», o «Dad a César lo que es de César»,¹ intenté desarrollar dos temas: la inteligencia artificial y la integración de sistemas. Cualquier intento de definir la inteligencia está inevitablemente condenado al fracaso, pero una descripción de trabajo es: la capacidad de razonar (lógicamente) y de aprender.

El cerebro humano

El actual interés de la ciencia y de la ingeniería en las Redes Neurales Artificiales está llevando a unos intentos patéticamente simplificados (e incluso simplistas) de imitar la complejidad del cerebro humano. De manera similar, en el ámbito de la integración de sistemas, el problema de la coordinación entre humanos y máquinas muestra rápidamente cuán deficientes son las actuales interfaces humano/or-denador.

En investigaciones pioneras en este campo, Rasmussen propuso una descomposición de la razón humana en una jerarquía de tres niveles comprendiendo una *base de capacidad* («el hombre mira»), una *base de regla* («el hombre ve») y una *base de conocimiento* («el hombre piensa»). Hace mucho tiempo, la Biblia manifestó los mismos rasgos cuando el salmista dijo: «Desde lo alto de los cielos mira Jehová; Ve a todos los hijos de los hombres; ... conoce a fondo todas sus acciones» (Salmo 33:13-15).

En ciencia estamos interesados en conocer y explicar cosas *que son*, mientras que en ingeniería deseamos hacer cosas *que nunca fueron* (von Karman). En cada campo nos encontramos pronto con el problema de la complejidad, a pesar del conocido axioma de Albert Einstein de que «todo debería ser hecho tan simple

como sea posible, pero no más simple que eso». Desafortunadamente, el hombre tiende a ser simplista en que simplifica excesivamente problemas complejos y en que emplea un análisis irrazonablemente simple.

Una tendencia en la ciencia respecto a la cuestión de los comportamientos complejos es la *Teoría del Caos*, tema popular éste en las modernas matemáticas. En esta teoría, unas sencillas ecuaciones dinámicas dan origen a unas fascinantes complejas pautas de comportamiento. Pero por elegantes y seductoras que sean estas ecuaciones, son limitadas en cuanto a su aplicación a la vida real, y en todo caso no dan explicaciones ni indican métodos de diseño.

El hecho es que en las ciencias de la vida en particular, cualquier intento de producir abstracciones realistas para explicar comportamientos da como resultado modelos complejos. Esto es cierto en los modelos neurofisiológicos de las redes neurales humanas, y en muchos otros campos, como en el modelado de la actividad electroquímica en órganos como el cerebro, el corazón y el conducto digestivo.

¡Los modelos adecuados son verdaderamente complejos! Albert Einstein reconoció estas limitaciones del conocimiento, y escribió: «Hasta allá donde las leyes de las matemáticas se refieren a la realidad, no son ciertas. Y hasta allá donde son ciertas, no se refieren a la realidad.»

A pesar de eso, en los sistemas vivos se consiguen fácilmente la integración y la interacción. El fisiólogo americano W. B. Cannon, que acuñó el término *homeostasis* para designar los mecanismos de retroalimentación reguladora en el hombre, escribió en su libro de 1932 *The Wisdom of the Human Body*: «En resumen, las células ilustran bien las disposiciones para la dependencia mutua; a pesar de una generosa provisión para factores de seguridad, la integridad del organismo como un todo reposa sobre la integridad de sus elementos individuales, y

los elementos, a su vez, son impotentes e inútiles excepto como partes del todo organizado.» Así, en ciencia la descomposición es difícil, mientras que la integración es inherente.

Pasando ahora a la ingeniería, encontramos una situación casi inversa en cuanto a que lo inherente es la descomposición, mientras que la integración es difícil. La descomposición es fácil porque está incorporada en el proceso del diseño, ya que de forma deliberada hacemos los sistemas en forma modular o segmentada para ayudar al diseño, al análisis, a la aplicación y al mantenimiento de los subcomponentes.

Sistemas impredecibles

A estos niveles, nuestros modelos de conocimiento son generalmente pequeños y simples. Los problemas surgen frecuentemente cuando queremos agrandar el proceso e integrar los subcomponentes en un sistema global más complejo. Al aumentar la complejidad, se hace difícil predecir o explicar la conducta del sistema completo, lo cual es cuestión de interés actual en áreas de aplicaciones de «seguridad crítica», como el transporte y la bioingeniería.

La conciencia de esta realidad llevó a Lofti Zadeh a introducir los principios de *Lógica Borrosa*, en 1965. Dijo él: «Al aumentar la complejidad de un sistema, disminuye nuestra capacidad de hacer declaraciones precisas y además significativas acerca de su comportamiento, hasta que se alcanza un umbral más allá del que la precisión y la significancia o relevancia se convierten en rasgos mutuamente excluyentes.»

Los peligros de la obsesión con la precisión en ingeniería quedan subrayados en el dicho de Henri Matisse, el pintor impresionista francés: «La precisión no es verdad.» ¡Todos lo sabemos, y demasiado bien, que es posible estar equivocado de una forma precisa! Sin embargo, no deberíamos invertir el axioma de forma incorrecta y decir que

¹ Measurement and Control, octubre de 1993, Vol. 26, págs. 228-234.

la verdad no es precisa, por cuanto la revelación externa puede ser, y creemos es, precisa, clara e inequívoca.

Sin embargo, dejada a sus propias capacidades de raciocinio, la humanidad ha de reconocer que en último término hay un límite a lo que podemos comprender con precisión. Como el mismo Aristóteles dijo: «Es señal de una mente instruida reposar satisfecha con aquel grado de precisión que admite la naturaleza de un tema, y no buscar exactitud allá donde sólo es posible una aproximación de la verdad.»

En un reciente reconocimiento de esto, se han aplicado los principios de la lógica y del control borrosos a una inmensa gama de productos de gran

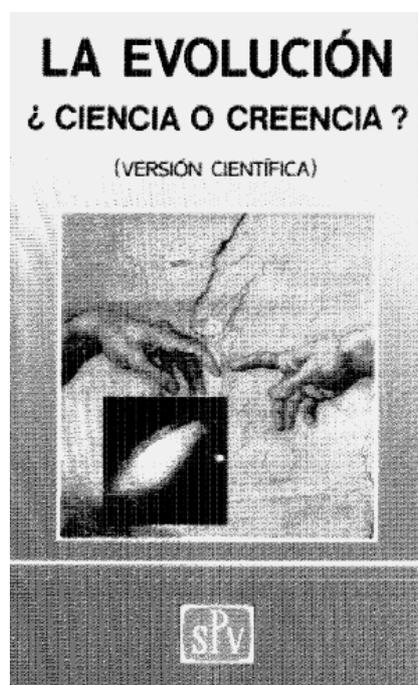
volumen de consumo, como máquinas de lavar, cámaras fotográficas, etc.; por medio de tecnología de medios en los automóviles; ¡y a áreas de biotecnología como la anestesia, donde las definiciones básicas son ellas mismas extremadamente borrosas!

Dados los problemas que produce la complejidad en las áreas de las ciencias puras, aplicadas y de la vida, ¿cuál debería ser nuestra actitud? Primero, deberíamos desde luego sentirnos humildes ante el limitado conocimiento que ha conseguido la humanidad, incluso tras siglos de dedicada campaña intelectual.

En contraste con nuestra limitada percepción de las cosas y de las perso-

nas, el Rey David pudo escribir: «Oh Jehová, tú me has *escrutado* y me *conoces* ... *percibes* desde lejos mis pensamientos» (Salmo 139:1-2).

En segundo lugar, al contemplar la maravilla de la naturaleza, deberíamos admirar la hermosura del diseño, la simetría, la elegancia y la maravillosa coordinación e integración del mundo tanto a nuestro alrededor como en nuestro interior. Dijo David: «Asombrosa y maravillosamente he sido formado» (Salmo 139:14, Versión Moderna). Él reconoció que había sido creado por el Gran Diseñador, el Dios que está eternamente ahí, y que se reveló mucho ha a Moisés como JEHOVÁ, Yo Soy (Éxodo 3:14).



VIDEO

La Evolución

¿Ciencia o Creencia?

Producido por Peter Wilders

Científicos entrevistados:

Roberto Fondi, Ph.D.

Paleontólogo, Doctor en ciencias naturales, profesor de paleontología en la Universidad de Siena, Italia. Miembro del Centro Internacional de Comparación y Síntesis y Miembro Correspondiente del Centro para Italia y Argentina. Autor de *Dopo Darwin, crítica all'Evoluzionismo, La revolution organiciste*.

Giusseppe Sermonti, Ph.D.

Doctor de Microbiología y Genética, ex profesor de Genética de la Universidad de Palermo y Perugia, Italia. Doctor en agronomía y biología. Ex director de la Escuela Internacional de Genética General. Miembro de la Sociedad Italiana de Biología Molecular. Director del Instituto de Histología y Embriología (1974). Vicepresidente

LA EVOLUCIÓN ¿CIENCIA O CREENCIA?

Video de 60 minutos, introduce el tema del origen de la vida con las misiones *Viking* a Marte, para plantear la posibilidad del origen natural de la vida sin intervención divina.

A renglón seguido interviene el Profesor Roberto Fondi (de la Universidad de Siena, en Italia), que como paleontólogo argumenta que no hay evidencia de evolución desde un antecesor común, sino que todas las formas vivas vinieron a existir de manera independiente. Después, el Profesor Giuseppe Sermonti, biólogo molecular, argumenta que la bioquímica de la célula argumenta en contra del concepto de que el hombre haya evolucionado de formas de vida «más simples».

En tercer lugar, el sedimentólogo francés Guy Berthault demuestra, mediante un trabajo que dirigió en la Universidad Estatal de Colorado, que las capas de rocas sedimentarias son depositadas lateralmente por una rápida acción diluvial, y no superpuestas

del XIV Congreso Internacional de Genética (Moscú, 1979). Dirige *Biology Forum*.

Guy Berthault (Politécnico)

Profesor de Sedimentología, miembro de la Sociedad Geológica de Francia. Autor de *La restructuration stratigraphique*. Sus resultados experimentales de Sedimentología han sido publicados por la Academia de Ciencias francesa.

Edward Boudreaux, Ph.D.

Profesor de fisicoquímica en la Universidad de New Orleans. Investigador en química cuántica, estructuras electrónicas y uniones químicas; con varios libros publicados, como *Theory and Application of Molecular*

lentamente unas encima de otras, como se enseña en la geología uniformitaria. Y demuestra que estos nuevos estudios entran en colisión con el concepto de la «columna geológica».

El cuarto contribuyente es el Profesor Edward Boudreaux (de la Universidad de New Orleans), fisicoquímico, que expone que los métodos radiactivos de datación, incluyendo el Carbono 14, son totalmente in fiables, y además que los métodos de datación más crebles señalan a una tierra relativamente «reciente».

Finalmente, el genetista Profesor M. Giertych (del Instituto de Dendrología en la Academia Polaca de Ciencias) argumenta que el moderno conocimiento de la información de la molécula de DNA excluye la posibilidad de que surja nueva información en base del azar, y por ello la posibilidad de la evolución. Llega a la conclusión de que el evolucionismo no es ciencia, sino una filosofía.

Publicado por SPV

San Pablo Video

c/ Protasio Gómez, 13

28027 MADRID

Paramagnetism y Pseudo-Relativistic Calculations on the Electronic Structure and Spectrum of PtCl, entre otros.

Maciej Giertych, Ph.D.

Doctor en Fisiología de las Plantas. Profesor y director del departamento de Genética, Instituto de Dendrología de la Academia de Ciencias de Polonia. Presidente del Consejo IUFRO por Polonia. Jefe del grupo S2.01.00 de Fisiología. Ha publicado 90 artículos en revistas científicas. Miembro de la Sociedad Polaca de Genética, de la de Biometría, de la Sociedad Científica de la Foresta Polaca, miembro del Grupo de la Editorial alemana «Silva Genética» y de «Arboretum Kornickie», Polonia.