

## SECCION EXTRA-MED

## UNA REVOLUCION EN MARCHA

Dr. Pablo Iñiguez

Todo parece indicar que vivimos un período de innegable trascendencia en lo que concierne a la orientación y la jerarquización de nuestros conocimientos; un período caracterizado por profundos cambios que parecen estremecer los cimientos científicos y filósofos en que descansa nuestra civilización occidental.

Al igual que los antiguos pensadores griegos, los físicos y los matemáticos de hoy menospreciaban y condenaban el uso de cualquier instrumentación para resolver los problemas en sus respectivas disciplinas. Para ellos, solamente el pensamiento puro podía producir resultados legítimos; pero se han visto obligados a reconocer algunos hechos que a primera vista parecen desconcertantes.

Las actuales computadoras son especies derivadas de un proceso evolucionista que incluye denominaciones tan ambiciosas como inteligencia artificial y más recientemente vida artificial. Como si fuera un émulo de los dinosaurios prehistóricos en el Evolucionismo Darwiniano, surgió un monstruo mecánico que recibió el nombre de ENIAC (acronimia en inglés correspondiente a "Electronic Numerical Integrator and Calculator"). Era tan voluminoso que su instalación ocupaba un amplio espacio y emitía tanto calor que requería un potente equipo de refrigeración para proteger las partes sensibles de su estructura y hacer la temperatura soportable para los técnicos encargados de su manejo.

Este engendro apareció en la faz de la tierra como producto de los esfuerzos bélicos anglo-sajones durante la Segunda Guerra Mundial y les proporcionó una ventaja decisiva al poder descifrar los mensajes transmitidos con el código secreto de los nazis.

Pero mientras el Evolucionismo biológico ha necesitado miles de millones de años para alcanzar el desarrollo de las especies que hoy pueblan el planeta, la velocidad con que ha progresado la tecnología moderna es asombrosa.

Las nuevas computadoras han permitido incursionar en terrenos donde la física y

las matemáticas no habían podido penetrar. Han favorecido el estudio de las complejidades y las situaciones caóticas y han ampliado considerablemente los horizontes de disciplinas como la biología, la economía y la sociología que hasta hace poco tiempo no eran aceptadas como ciencias, por algunos sabios recalcitrantes.

Cuando James Gleick publicó en 1988 su reveladora obra, "Chaos, Making a New Science", describió episodios fascinantes en las vidas de Edward Lorenz, John von Neuman, Benoit Mandelbrot, Mitchell Feigenbaum y otros, que contribuyeron a la transformación del pensamiento científico con sus valiosas aportaciones.

Uno de los ejemplos más impactantes para quien no esté familiarizado con estas nuevas proyecciones, lo constituye el llamado "Efecto Mariposa". Este implica que una mariposa volando en el patio de nuestra casa pueda tener repercusiones en la formación de una tormenta a muchos kilómetros de distancia. Interpolando resultados se concluye que perturbaciones originadas a niveles microcósmicos pueden tener marcados efectos macrocósmicos. Estos conceptos se derivan de una sorprendente experiencia de Lorenz mientras estudiaba los trazados de sus programas de meteorología en el invierno de 1961. Al igual que muchas personas consideran que al revisar sus cuentas en pesos y centavos los resultados son satisfactorios si las cifras por encima de 0.50 se consideran igual a un peso y las menores a 0.50 se descartan como cero, Lorenz tuvo la idea de que una diferencia de milésimas no debía ser significativa y para abreviar el trabajo que hacía suprimió los últimos tres dígitos que debía correr en su programa; esto es, en vez de marcar 0.506127 uso solamente 0.506; fue a buscar un refresco y cuando regresó pudo observar en los trazados obtenidos una enorme discrepancia con las curvas iniciales. Pensó que como en otras ocasiones, se había producido algún desperfecto en el equipo, pero cuando verificó la causa de lo ocurrido, pudo proyectar las consecuencias meteorológicas

mencionadas anteriormente.

Hace unos meses, Mitchell Waldrop, publicó su excelente obra, "Complexity: The Emerging Science at the Order and Chaos". En ella se describe la historia de la llamada "Santa Fe Institution", concebida por algunos de los físicos que participaron en la fabricación de la bomba atómica en Los Alamos. Ese grupo estaba dirigido por George A. Cowan y Murray Gellmann el autor de la teoría de los quarks y una de las figuras de más prestigio en el mundo científico.

Ellos encargaron a otras autoridades en diferentes actividades académicas, como Kenneth J. Arrow, celebrado Premio Nóbel de Economía, para que escogieran cuidadosamente a otros investigadores con actividades académicas ajenas a la física y que tuvieran en las situaciones complejas un común denominador para sus respectivos materiales de estudio. Esto ocurre con la biología, la economía, la sociología, la ecología, la meteorología, etc.

El interés de los físicos en promover esas actividades se debió indudablemente, a la evidencia de que esas otras ramas académicas habían logrado notables progresos en el estudio de las situaciones complejas y caóticas, frente a las cuales la física resultaba impotente. La física clásica, descansaba en los aportes matemáticos de Descartes y del cálculo introducido simultáneamente por Newton y Leibniz. La Mecánica Newtoniana le proporcionó a la humanidad la sensación de haber hallado un orden en la naturaleza y el *determinismo* parecía una verdad demostrada.

Con la teoría del quantum de Max Planck seguida de la relatividad de Einstein se inicia la etapa de la física moderna y con la mecánica cuántica, se destronó el determinismo. El principio de Incertidumbre de Heisenberg se convirtió en la piedra angular de las concepciones teóricas que pretenden explicar nuestra percepción de la naturaleza.

Pero las matemáticas involucradas en esos aspectos de la física implican el uso de ecuaciones lineales, las cuales son expresiones cuyas soluciones pueden derivarse una de la otra en secuencia ininterrumpida. En cambio, cuando se trata de las situaciones complejas y caóticas las ecuaciones que permiten hallar orden en medio del caos, son ecuaciones no lineales cuyo significado sería difícilmente apreciable sin la ayuda de la computadora.

Por otra parte, los famosos

gedankenexperiments (experimentos imaginarios realizados con el pensamiento) que fascinaban a Einstein, son auxiliados por la computadora que permite simular las condiciones propias de una situación determinada mientras se observan sus variaciones en un terreno visual que ofrece la pantalla de la computadora. Aunque sería fácil presumir que al hacer este tipo de experimento las predicciones fueran autoconfirmadas por la naturaleza de la programación, estas falsas conclusiones pueden ser evitadas y se conserva así la credibilidad de los resultados obtenidos.

Las extraordinarias aportaciones realizadas por hombres como John Holland, especialista en ciencia de computos de la Universidad de Michigan, creador de los "Algoritmos Genéticos"; W. Brian Arthur, economista de la Universidad de Stanford, que introdujo la "Retroatimentación Positiva en la Economía" en franco desafío a la sacrosanta concepción de la *economía equilibrada* de Adam Smith, Christopher G. Langton, de los Alamos National Laboratory, Norman Packard, de la Universidad de Illinois y Stuart A. Kauffman, introdujeron la teoría de la *auto-organización en los procesos de adaptación de los sistemas complejos*, con extraordinarias implicaciones científicas y filosóficas.

Entre otras cosas se abrieron nuevas posibilidades para explicar el misterio del surgimiento de la vida en el planeta. En vez de suponer la casi imposible aparición al azar de una molécula tan complicada como el ADN, se ha propuesto la existencia previa de moléculas proteínicas mucho más sencillas con actividad catalítica (enzimas primitivas). Estas moléculas podrían inducir de manera sistemática la auto-organización de los compuestos químicos originalmente incluidos en el caldo propiciatorio de donde surgió la vida. A todas luces, la idea es verdaderamente atractiva.

Desde hace cuatro años Holland ha estado elaborando la simulación digital de un ecosistema en el cual "organismos creados en la computadora tratan de sobrevivir y de reproducirse. Ha bautizado ese programa con el nombre de "Echo" implicando la idea de "eco o simulación de un ecosistema". Todos esos organismos son dotados del equivalente digital a "cromosomas" que codifican estrategias ofensivas y defensivas. Cada individuo se mueve de un lado a otro en un ambiente hipotético en busca de recursos que incorpora en un reservorio interior.

Si el organismo encuentra a otro, ambos luchan, y el ganador se nutre con el material del perdedor, pues incorpora a su organismo los recursos que este contenía.

Si un organismo adquiere suficientes recursos en su interior puede reproducirse y los "cromosomas" de su descendencia pueden sufrir "mutaciones". De ese modo surgen nuevas especies con estrategias más elaboradas tanto en la ofensiva como en la defensiva. Por sugerencia de Robert Axelrod, Holland agregó al programa la capacidad de colaboración entre los organismos cuando resulta conveniente como un mecanismo de adaptación, aunque conservan la tendencia a luchar entre sí.

Holland le dio a cada organismo las opciones de luchar para obtener recursos o de negociarlos. Le asignó un distintivo equivalente a un "marcador molecular en la membrana de una célula" y cada organismo puede establecer sus reglas de atacar solamente a aquellos otros que poseen determinado distintivo. Si se distribuyen las etiquetas al azar, algunos organismos muestran ciertas afinidades selectivas de "tal para cual" y los que usan determinadas estrategias tienen mejores posibilidades de sobrevivir y reproducirse.

Lo más importante, como señala Holland, es que "todo comienza como una distribución de distintivos al azar, pero de manera progresiva, tiende a adquirir una forma evidentemente organizada. Finalmente los organismos aprenden a asociarse según sus especificaciones y la facilidad de cooperación. Y aunque parezca inexplicable,

hasta aparecen la simulación y la mentira".

El hecho de que los organismos simulados por Holland reproduzcan tan obviamente lo que ocurre en la naturaleza, ha inducido a W. Brian Arthur a extender la aplicación del concepto de los "sistemas complejos con adaptabilidad" a los problemas económicos. Según su expresión: "La economía debe considerarse como un sistema evolutivo con procesos intrínsecos de cambio."

La sustentación que dan las nuevas formas matemáticas a los postulados de esas ramas de la ciencia que los físicos hasta hace poco menospreciaban, amenazan con cambiar las jerarquías académicas. La autoproclamada aristocracia de los físicos parece estar en peligro.

En una convención recientemente celebrada, se oyó a Brian Arthur decirle a Murray-Gellmann, como si lanzara un grito de rebelión: "La gran diferencia entre nuestras disciplinas es que Uds. (los físicos) trabajan con partículas estúpidas que obedecen los dictados de leyes simples, mientras nosotros trabajamos con partículas inteligentes como son los conglomerados de fabricantes, de empresas, de consumidores y de políticos; de gente que piensa y puede actuar de manera impredecible".

Si se toma en consideración el ritmo acelerado con que avanzan la ciencia y la tecnología debido a su reconocido mecanismo de retroalimentación, es fácil admitir que el pensamiento del siglo XXI podrá dar un salto de tal magnitud, que sus consecuencias no sean previsibles todavía.