

“Nuestro propósito es entender la naturaleza y a la vez ser capaces de reinventarla, ya que no sólo buscamos entender sino además recrear, así aparecen tanto la ciencia, como la ingeniería”.

*Manuel García Velarde*

## “De la célula al átomo y del átomo a la célula”

El Secretario del Casino de Madrid, César Campuzano Robledo, tras las palabras de bienvenida y realizar la presentación de los integrantes de la mesa, -en la que además de los intervinientes también estaba el Presidente de la RADE, Alejandro Mira Monerris-, cedió el turno de intervención al Coordinador del Ciclo y Vicepresidente de la Real Academia de Doctores de España, Pedro Rocamora, quien explicó las tres principales fases en las que se basan estas ponencias. En primer lugar, -y primera conferencia-, el origen de la materia; la segunda, -ésta-, el paso del átomo a la célula; y la tercera, -de la que se ocuparán las siguientes-, cómo la materia viva toma conciencia de sí misma. “Es decir, conocer el origen de la conciencia humana”. Rocamora también expuso algunos de los aspectos más relevantes del currículum de García Velarde.

El profesor García Velarde es Doctor en Física por las Universidades Complutense de Madrid y Libre de Bruselas; es Doctor Honoris Causa por la Universidad de Marsella. Ha sido cofundador del Instituto Pluridisciplinar de la Universidad Complutense y actualmente es Catedrático de Física y director del citado Instituto. Desde estas páginas, le agradecemos al conferenciante el haber realizado para los socios y lectores de nuestra Revista la reseña-resumen de la ponencia que él mismo pronunció en la Tribuna del Casino el pasado 30 de octubre, y que ahora reproducimos.

“Nuestro propósito es entender la naturaleza y a la vez ser capaces de reinventarla, ya que no sólo buscamos entender sino además recrear, así aparecen tanto la ciencia como la ingeniería, con o sin apoyo de la ciencia. Tenemos dos vías, una el análisis (de arriba abajo) y la otra la síntesis (de abajo arriba). La primera es la de la ciencia tradicional y la segunda es la de recreación o ingeniería. Recrear viniendo de abajo es buscar un total a partir de las partes pero ¿qué es o puede ser ese total como suma de las partes? Por otro lado ¿es perfecta la naturaleza?, ¿es en ella todo óptimo? Aunque la naturaleza es maravillosa, hay muchas cosas -formas y funciones- en ella que ni son perfectas ni óptimas (de paso: nadie puede ser “inteligente” si no comete errores; por eso los computadores digitales programados no pueden ser inteligentes y no lo era el que derrotó a Kasparov al ajedrez). La naturaleza (o sea la evolución) ha “hecho” lo que ha podido (ej.: apareció una



bacteria, un pájaro o cualquier otro animal o vegetal) en un proceso de “historia” (memoria) usando y aprovechando lo que al iniciar algo nuevo había disponible alrededor; combinando materiales o funciones usados (de otros objetos, seres o funciones) aparte de crear otros (a veces chapucadamente). En cambio el ingeniero tiene un fin o propósito (ej.: hacer un avión) y trata de “optimizar”. Está claro que un avión no es un pájaro, pues aquél es algo distinto compuesto de máquina y piloto (cuando se ha intentado “copiar” un pájaro el fracaso ha sido inmediato). En los organismos vivos no se ha encontrado nada que contradiga las leyes de la química y la física, pero decir que con sólo la física sacamos la química y con sólo ambas sacamos la biología o incluso que con la biología (incluida la neurobiología) sacamos la sociología o la política... es mucho decir (como principio sería correcto, pero como camino puede ser insensato, por no decir errado).

¿Qué se entiende por “ser” o ente “vivo”? La célula es la unidad (morfológica y funcional) capaz de actuar de manera autónoma. No hay organismo “vivo” sin, al menos, una célula. Las bacterias y protozoos son unicelulares. Los demás animales y plantas se componen de tejidos y órganos formados por muchos millones de células. Hay células de formas y tamaños muy variados. La talla de algunas bacterias es inferior a la micra (una millonésima de metro), aunque hay células nerviosas (neuronas) que pueden alcanzar varios metros de longitud (las del axón del calamar o las del cuello de la jirafa son ejemplos espectaculares). Pese a las diferencias de aspecto y función, todas las células están envueltas en una membrana que encierra un acuoso citoplas-

ma. La membrana suele jugar un papel esencial en la vida de la célula.

En el interior de la célula ocurren numerosas reacciones químicas, procesos difusivos y de transporte mecánico (con motores moleculares y cintas transportadoras) que les permiten crecer, producir energía y eliminar residuos. Eso es el metabolismo. Todas las células contienen historia (memoria), o sea información hereditaria codificada en moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN); esta información asegura la reproducción y el paso de los caracteres a la descendencia. Los motores moleculares en la célula sacan energía del "ruido o agitación térmica o fluctuaciones térmicas", o sea de movimientos erráticos aleatorios para producir cambio de forma en moléculas dotándolas así de función específica (dándoles "ordenamiento") y/o para trasladarlas. Muchos motores funcionan por rectificación del "ruido" como los trinquetes ("ratchet", en inglés) en los veleros: llega errático viento de izquierda a derecha o al revés pero el barco va hacia adelante.

La proteína kinesina es un motor molecular celular, responsable de separar los cromosomas durante la división celular o transportar neurotransmisores dentro de las células nerviosas. Uno de sus extremos se ocupa de sujetar la carga a transportar, mientras que el otro posee una forma de doble cabeza, que sirve para agarrarse a un microtúbulo y dar "pasos" con la carga hacia adelante (como ir por una cuerda con las manos, una tras la otra en zigzag). Fallos en este movimiento pueden contribuir a la aparición de problemas y enfermedades diversos, como infertilidad, crecimiento tumoral, disfunciones neuro-degenerativas (Alzheimer), etcétera.

¿Cómo "sintetizar", o sea ensamblar, una célula viva o una bacteria con sus motores moleculares? Estamos ante un sistema "pequeño" pero "complejo". Por ejemplo, la *Escherichia coli* es una bacteria que se encuentra en intestinos animales y por ende en las aguas sucias/fecales, tiene pocas moléculas "activas", o sea proteínas en número pequeño, pero su "actividad" es compleja y programada.

¿De abajo arriba saldría todo? Debiera serlo, en principio, pero es tarea ardua que "sumando" las partes salga el "resultado" (total) que queremos obtener; pero eso lo entendemos y no hay milagro ni es un misterio. Las neuronas no tienen inteligencia individual. No se encuentra la inteligencia diseccionando/analizando el cerebro. La "inteligencia" y la "consciencia" o la "mente" han de emerger al "sintetizar" (de las partes al todo) como comportamiento del colectivo con sus genuinas leyes correspondientes a un total "superior a la suma de sus partes", mostrando así el papel crucial no sólo de las "unidades/neuronas/grupos de neuronas", sino sobre

todo de las interacciones (locales o a gran escala/distancia, etc). Entre las dificultades de la síntesis está que una misma molécula/unidad puede tener o no función según su forma (pensemos en sólidos cristalinos como el azúcar, el ácido ascórbico o la talidomida, etc). Y una misma forma puede tener funciones diversas según entorno e interacciones. A veces lo más importante son las interacciones, pudiendo intercambiarse las unidades, dando casi idéntica función.

Las células vivas se auto-ensamblan usando un código (memorización plasmada en un cristal "activo", información sobre forma, propiedades contornos/membranas, polarización eléctrica, etc) con las características de sus elementos e interacciones, de sus movimientos relativos (transporte material, transferencia eléctrica, etc). También son capaces de replicarse; y son adaptativas ya que usan lo que encuentra si no pueden sintetizarlo. Los (bio) ingenieros irán por delante pero... "progresar" demanda entender, o sea ciencia básica (física, matemática). Los físicos buscan "primeros" principios, modelación con sistemas "sencillos" para entender leyes y mecanismos básicos, leyes de valor "universal", o sea válidas para muy diversos sistemas y a escalas muy diferentes, para hacer teorías... que luego puedan servir a "ingenieros" biológicos y otros, a los que proveer de "recetas" fundamentadas. Los químicos se ocupan del diseño y síntesis o fabricación de elementos/componentes de interés "bio". Los (bio)ingenieros (biólogos con ingenieros) se ocupan del ensamblaje, organización diversa, modificaciones adecuadas de lo producido por los químicos.

Me permito concluir diciendo que se conseguirá "crear"/sintetizar una célula "viva" ... con consecuencias (dentro de poco...). Y se conseguirá "recrear"/sintetizar un cerebro (y un robot) "pensante" e "inteligente", con "consciencia" y ... sus consecuencias (aunque quizá esto no sea dentro de poco)".



**“En el interior de la célula ocurren numerosas reacciones químicas, procesos difusivos y de transporte mecánico que les permiten crecer, producir energía y eliminar residuos”.**