

# Siglo XX: Recuerdos del mañana

Rivera Domínguez, Alejandro

1991

---

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/4286>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

## SIGLO XX: RECUERDOS DEL MAÑANA

ALEJANDRO RIVERA DOMÍNGUEZ \*

La Ciencia es una pequeña llama que el hombre acaba de encender. Pensaba encontrarse en un templo en momentos de devoción y que esa luz, al reflejarse, le mostraría los secretos maravillosos inscritos en las paredes y sistemas filosóficos, plenos de armonía, esculpidos en las columnas. Qué curiosa sensación, ahora que el chisporroteo inicial se ha desvanecido y la flama brilla nítidamente, ver en sus manos iluminadas, sólo un vislumbre de sí mismo y la mancha de luz que sostiene, y en torno suyo, en lugar de todo ese bienestar y belleza que presentía la obscuridad persistente.

H. G. WELLS  
*The Rediscovery of Unique*

Un antiguo e irónico proverbio chino dice que “el arte de la predicción es extraordinariamente difícil sobre todo cuando se trata de predecir el futuro”. Los futurólogos de hace veinte años seguramente están asombrados del mundo que, inasible, se escurre entre nuestros días sin que apenas comprendamos qué ocurre. ¿Quién pudo predecir los impresionantes avances científicos y tecnológicos, más aún, los profundos cambios sociales y económicos que se producen día a día en todo el planeta?

La futurología es una ciencia sin futuro. Cuando ya el ocaso del apasionante siglo xx se vislumbra con claridad, las predicciones científicas hechas para más allá del año 2000, inopinadamente ya están aquí, rodeando nuestro tiempo y nuestra vida.

---

\* Físico y Matemático; Universidad Autónoma de Puebla.

El presente es el pasado que va naciendo; el pasado fugazmente existe incorporado en la historia. El futuro es una posibilidad; atisbado desde las ventanas del presente, se vislumbra como una estricta ficción superada por los hechos contundentemente reales que llegan apenas son imaginados.

Einstein decía: "Existe una pasión por la comprensión, sin esta pasión no podría haber matemática o ciencias naturales." Esta actitud ante la vida es quizá el sello más distintivo de las sociedades del siglo xx. Ya que somos parte del siglo, unos protagonistas, otros espectadores, no obstante, ambos testigos del mar de cambios que se suceden en oleajes como jamás la humanidad ha experimentado. Mediante la trascendencia de los espectaculares avances científicos y tecnológicos que han convertido a este siglo en el espejo donde la capacidad destructiva y creativa conviven dramáticamente.

Hagamos a un lado los pliegues que cubren la historia de los grandes inventos y pongamos al descubierto las ideas fundamentales que, desde los primeros años del siglo, volcaron la inteligencia humana hacia los descubrimientos más impresionantes y profundos acerca del universo, desde que el hombre habita este pequeño y delicado planeta.

Uno de los campos más fértiles iniciado apenas nació el siglo xx y desarrollado de manera magistral fue la elegante *Teoría Cuántica*, cuya paternidad se debe a los trabajos de Planck, Bohr, Heisenberg, P.A.M. Dirac, Schrödinger y Pauli, sólo por mencionar a los más importantes.

El otro cuerpo teórico fundamental es la *Relatividad*, teoría que desembocó en "El país de las maravillas" y ha dado la llave para explorar múltiples aspectos de la realidad que escapan a nuestra comprensión inmediata: desde el origen del Universo hasta las partículas elementales constituyentes de los átomos, y por tanto de la materia. El impacto tecnológico de la Teoría Cuántica ha proporcionado notables avances en la electrónica, estudio de fuentes de energía y materiales extraordinarios.

Ambas teorías deben su existencia a la confianza de los científicos en la simplicidad fundamental de la naturaleza; a la vuelta del siglo, J. J. Thomson, y Ernest Rutherford descubrieron a la vez que derrumbaron el dogma de Demócrito: el átomo ("indivisible", en griego) no constituía la partícula básica de la materia; su estructura revelaba mayor complejidad. Los primeros modelos de átomo comenzaron su largo ascenso en la historia de las ideas sobre la materia; el viejo modelo griego como un soplo dejó su lugar a un extraño modelo similar al sistema solar, en el cual los electrones negativamente cargados orbitaban el núcleo con carga positiva.

Pocos años después, Bohr inició una epidemia intelectual al postular que los electrones ocupaban "un bien definido nivel de energía que formaba una nube de probabilidad". El genio inglés Dirac observó, casi simultáneamente, que al tratar las teorías del átomo desde las perspectivas de la Relatividad, se abría un escenario donde se explicaban los fascinantes descubrimientos; más aún, el científico inglés predijo la existencia de las "antipartículas" —confirmada experimentalmente en 1932 por el físico C. D. Anderson— y llamó a esta partícula "positrón" (un electrón positivamente cargado).

Como ninguna otra ciencia, la Física arrastraba tras de sí a otras muchas ramas del conocimiento proporcionándoles un sustento teórico y experimental sólido, sobre el cual alcanzaron en poco tiempo un desarrollo inimaginable. El optimismo crecía proporcionalmente con los rápidos descubrimientos y el empleo de herramientas matemáticas inventadas desde el siglo XIX, y que lentamente se impusieron como paradigma del pensamiento científico. Sin embargo, según se profundizaba en el conocimiento de la materia, los requerimientos tecnológicos para efectuar las pruebas experimentales exigían el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de observación bastante complicadas e ingeniosas. Un avance en la ingeniería y materiales corrió paralelamente al desarrollo de las ciencias físicas, cuyas teorías se confirmaban en laboratorios cada vez más complejos y costosos.

En 1932 James Chadwick descubre el "neutrón", partícula sin carga que complementa el esquema del átomo formado por protones, neutrones y electrones. (Actualmente se sabe que el neutrón decae en un neutrino, protón y electrón.)

Fascinante esquema del átomo donde conviven partículas y antipartículas. Al principio parecía una paradoja sin salida; la duda duró poco. Los físicos se preguntaron inmediatamente dónde terminaría la agrupación de partículas cada vez más extrañas y que constituyen la realidad de la materia. Esta pregunta fundamental es uno de los monumentos más sólidos a la incesante búsqueda del espíritu humano. En los momentos en que escribo este artículo, escucho la extraña majestuosidad del Concierto Opus 104 de Anton Dvorak; mientras el sonido lánguido y grave del *chello* se mezcla con las sombras, no dejo de pensar en el trabajo de miles de científicos, que de cara al enorme y sutil universo me coloquen frente a la pantalla de mi ordenador con el cual escribo, y a mis espaldas, viva, llena de color, la música del gran compositor checo reproducida por un complejo sistema optoelectrónico, basado en un haz *laser* y un disco de cualidades extraordinarias. El sistema hace sólo quince años era sujeto de experimentación de los grandes laboratorios e inimaginable en una casa común. Magnífico método de mantener

vivos a quienes de cualquier manera serían inmortales. Quizá H. G. Wells estaba equivocado.

La avalancha de conocimientos y modelos sobre el átomo pronto condujo a los físicos a preguntarse si las partículas elementales de materia y antimateria tenían una estructura íntima más compleja. Se inició entonces el diseño y construcción de los instrumentos científicos más grande que jamás se imaginaron: los aceleradores de partículas; paradójicamente, su fin era observar los objetos más pequeños de la naturaleza.

En 1961 Yuval Ne'eman en el Instituto de Física de la Universidad de Tel Aviv y M. Gell-Mann en el Instituto Tecnológico de California, crearon, cada uno por separado, una teoría basada en la simetría que agrupaba a las partículas en familias de acuerdo a ciertas propiedades como el spin, carga, etcétera.

El apenas octagenario sueño de Rutherford sobre la simplicidad del átomo y los postulados de Bohr se ven ahora como divertidas antiguallas de la ciencia, dicho esto con todo respeto y admiración. Pero esa simplicidad cada vez se vislumbra más lejana al descubrirse los *quarks*, partículas fraccionadas y cargadas que provienen a su vez de otras partículas mayores como el protón.

Al despuntar la década de los años 70 (¡hace apenas veinte años!) se propuso el "Modelo Standard" de las partículas elementales: los "fermiones" (en honor del gran Enrico Fermi) constituyen la estructura y los "bosones" son los mensajeros de las fuerzas entre las partículas.

Los avances de la Física del átomo y del núcleo han inspirado el desarrollo de otras áreas de la ciencia como el estudio de las altas y bajas temperaturas, superconductividad, cuasicristales y plasmas (estado de la materia predominante en las estrellas) y aplicaciones a materiales de uso cotidiano que llegaron a nosotros deslizándose hacia nuestras vidas silenciosamente.

Es innegable que los físicos descubrieron un mundo más extraordinario que cualquier ficción y que tratan de unificar en un solo "escenario" las fuerzas que gobiernan el átomo: el mundo de lo pequeño; sin embargo, también han dirigido la inagotable curiosidad humana hacia la estructura del Universo.

En 1920 Edwin P. Hubble observó la variación de la luz de algunas estrellas en distantes galaxias, fenómeno que ha servido para establecer las distancias entre esas aglomeraciones de miles de millones de estrellas y nuestro planeta. Más asombroso aún, Hubble observó un extraño corrimiento al rojo en el espectro obtenido de la luz de las galaxias; el fenómeno fue interpretado de manera que la única

explicación plausible es que el universo en conjunto no es estático: las galaxias se mueven unas en relación con las otras a velocidades cada vez mayores entre más alejadas se observen.

La Teoría de la Relatividad y las observaciones de Hubble originaron una extraordinaria controversia sobre el origen, presente y destinos del universo. El físico soviético Alexander Friedmann, haciendo acopio de la información obtenida, postuló que el conjunto del universo dependería de la densidad de la materia y la energía y con un efecto determinante sobre la curvatura del espacio; el universo de Friedmann podría, eventualmente, llegar a un estado de curvatura que se contraería sobre sí mismo o se expandiría infinitamente.

Hasta 1970 S. Hawking, el gran físico inglés, y el matemático Penrose, llegaron a la conclusión asombrosa de que entre la complejidad de las ecuaciones de la Teoría General de la Relatividad se escondía la postulación de un universo que tiene un origen (*Teoría del Big Bang*), el cual es hoy día intensamente investigado.

Hace apenas treinta años, Arno A. Penzias y Robert W. Wilson del Bell Telephone Laboratory, haciendo uso de la Radioastronomía, ciencia nacida totalmente en el siglo xx, descubrieron la llamada "radiación de fondo". La idea central de que una radiación de fondo existiera como remanente de un "gran cataclismo cósmico" había sido desarrollada por el físico soviético G. Gamow.

El descubrimiento de Penzias y Wilson condujo a establecer con ciertos fundamentos que, en efecto, el universo se había originado en el "Big Bang", por lo que recibieron el Premio Nobel de Física en 1978. Otra gran avalancha de conocimientos basados en última instancia en la Física, ha sido el descubrimiento de las "moléculas de la vida". Ciertamente desde los años 20 se sabía de la existencia del ácido dextrirribonucleico ADN, y del ARN, ambos con una carga de información genética; sin embargo, en 1953 se produjo una de las más extraordinarias hazañas de las ciencias biológicas, cuando J. Watson y J. Crick pusieron en claro la estructura molecular del ADN y con ello la Genética adquirió uno de los fundamentos teóricos más poderosos para desembocar en la fascinante Ingeniería Genética.

El control de los aspectos fundamentales de la vida se encuentran al alcance de la ciencia y los más arrebatados sueños de los escritores de ficción han sido rápidamente superados por el avance de la Genética y la Biología Molecular.

Recientemente, los biólogos y los físicos se han unido para resolver un problema que aún hoy parece insoluble: ¿Cómo funciona el cerebro? ¿Cuál es la base fisiológica y fisicoquímica que posibilita

el pensamiento abstracto y los complejos procesos de la memoria? Desde Aristóteles se creía que el "alma" residía en el cerebro, y durante la Edad Media, la residencia anímica se trasladó al corazón. El de la mente ha sido uno de los problemas más importantes de los microcircuitos, reproducir algunos procesos elementales del pensamiento que puedan ser imitados por máquinas. Esta ciencia nueva llamada "inteligencia artificial" constituye una conjunción asombrosa entre varias disciplinas apenas años atrás distanciadas totalmente. El problema central será resuelto si en el futuro entendemos el concepto de "inteligencia", término que ha levantado polémicas a lo largo de los siglos y que cada vez es más oscuro y huidizo. Paradójicamente, las nuevas técnicas aplicadas a la exploración y estudio del cerebro "vivo" proporcionarán en breve (esperamos) alguna luz sobre el asunto, y a partir de entonces el mundo de la robótica se constituirá en uno de los más grandes avances de la humanidad.

Finalmente, vivimos, casi sin percatarnos de ello, de una de las revoluciones científicas sólo comparable con la revolución que causó el estudio del átomo; es decir, la referencia específica al redescubrimiento de la Tierra.

Baste un momento de reflexión para preguntarse cómo este pequeño planeta fue explorado, dolorosamente conocido y, repentinamente, descubrir que, hasta ahora, es un lugar del universo donde florece la vida, único hasta donde sabemos; planeta que no gira inerte en el espacio; por lo contrario, es un cuerpo con una atmósfera especial, un tamaño y una distancia al Sol, la estrella madre, que permite la existencia de agua, base esencial para el surgimiento de la vida hace 4 500 millones de años.

Al finalizar la II Guerra Mundial, entre otras cosas, quedó claro que el planeta presentaba mucho mayor complejidad de la que se creía antes de que los requerimientos tácticos de los ejércitos en pugna exigieran la exploración del fondo oceánico o la alta atmósfera.

Al principiar el siglo, un geofísico alemán, Alfred Wegener, había adelantado la audaz hipótesis de que los continentes formaban una especie de rompecabezas cuando sus contornos, obtenidos de los mapas actuales, se juntaban y formaban un solo supercontinente al que denominó *Pangea*. Esta teoría, hoy conocida bajo el nombre de *Deriva Continental*, suponía que las grandes masas continentales se movieron de su antiguo emplazamiento hasta ocupar el lugar actual. En 1912 ningún geólogo serio prestó atención a tan aventurada hipótesis y lentamente las ideas de Wegener cayeron en el descrédito, hasta que las evidencias de la exploración marina durante

la guerra demostraron que el lecho oceánico presentaba grandes cadenas montañosas y que los sismos se producían a lo largo de cinturones más o menos delimitados, frecuentemente asociados con fosas en las márgenes continentales.

Hasta la década de los años 50 (hace cuarenta años) no existía ninguna teoría que unificara diferentes problemas geológicos que exigían una respuesta. El origen de las cadenas montañosas, los sismos profundos, el vulcanismo, la juventud del lecho oceánico y otros problemas eran el rompedero de cerebro de los geólogos. La situación se tornó más aguda cuando los primeros ingenios humanos fueron lanzados al espacio y, sin buscarlo, se chocó de frente con otro conjunto de problemas aún más intrigantes: la rara atmósfera terrestre, cinturones de radiación capturados por el campo magnético de la Tierra y serias perturbaciones causadas por la actividad solar.

El conocimiento del planeta se aceleró rápidamente por medio de la exploración espacial y, en 1970, ya se contaba con un conjunto de información suficiente para que J. Tuzo Wilson, en Canadá, H. Hess y R. Dietz, en los Estados Unidos, y sobre todo Mathews, Vine y Bullard, en Cambridge, Inglaterra, propusieran la monumental *Teoría de la Tectónica de Placas*. Esta teoría supone a la Tierra formada por una capa delgada llamada Litósfera, de cinco kilómetros de espesor en algunas regiones del lecho oceánico, hasta ciento cincuenta kilómetros en las cadenas montañosas continentales. La Litósfera forma una frontera con el manto superior al través de una zona intermedia llamada Astenósfera (del griego: "capa débil") y en la región profunda se encuentra el núcleo exterior y el fascinante núcleo interior. El movimiento constante de los continentes montados en grandes placas (siete, según algunos autores y once, según otros) se debe a un mecanismo aún no comprendido totalmente hoy día; sin embargo, se piensa que la fuerza necesaria para mantener en movimiento a las grandes placas se origina en el núcleo mismo de la Tierra, mediante corrientes de convección muy lentas en el manto, formado de material muy denso y caliente. El movimiento de placas en las márgenes continentales y el fenómeno de la subducción, es decir, la flexión de la placa al interactuar con una masa continental, hace que la primera se sumerja, el frente se funda y rompa originando los sismos y el material se recicle lentamente al través del vulcanismo, con la aclaración de que éste es sólo un caso de los que pueden ser estudiados en el esquema teórico.

Este grandioso modelo de una Tierra dinámica ha acarreado la pronta solución de problemas técnicos, sin los cuales sería imposible el tratamiento de datos obtenidos en todos los ámbitos terrestres. La



tecnología asociada se ha refinado a tal punto que ahora es posible la llamada *Tomografía Sísmica*, técnica mediante la cual se ha logrado establecer las características del interior de la Tierra complementando los modelos realizados con las técnicas basadas en la sismología.

Cabe resaltar que la investigación profunda del átomo, las grandes moléculas de la vida o el conocimiento del entorno espacial terrestre no serían posibles sin la participación de las computadoras, una extensión "intelectual" trascendente al punto que los filósofos de la ciencia han debido incorporar a la indagación científica basada en la observación y la experimentación, un tercer factor de la máxima importancia: la simulación por ordenador, es decir, el estudio de diseños tecnológicos o de fenómenos naturales mediante modelos digitales realizados con ordenadores de gran capacidad y rapidez. El "escenario" del presente siglo se presenta intelectualmente excitante: ¿Qué nos aguarda en el futuro?, quizá es una pregunta sin sentido: ¡el futuro es hoy!

En un cuento de ficción se dijo que a un gran ordenador construido por los habitantes de la galaxia se le preguntó si existía Dios, a lo cual respondió: *Ahora existe*.

¿Será acaso la inteligencia artificial la que llegue a predominar en el entorno cósmico, a partir de diseños humanos? Nadie lo sabe de cierto. Pero al recordar los denuestos con que fueron tratados los hermanos Wright cuando aseguraron haber volado con una máquina más pesada que el aire, sólo resta decir no digas nunca *no* a los sueños.