

Mercurio



Volante

¡Un año!

13

SUPLEMENTO ESPECIAL

hipócritalector

Año 1, Marzo 2023

Anónimo, *Rieur*, ca. 1665-1670, óleo sobre madera, probablemente del entorno de Aert de Gelder, pintor barroco, el último en seguir la tradición de Rembrandt.

EDITORIAL

Este mes cumplimos un año de ofrecer a quienes siguen *Hipócrita Lector* panoramas cabales de lo que sucedió ayer, de lo que está pasando ahora mismo y de lo que probablemente acontecerá mañana en las ciencias y su herramienta fiel, la tecnología. Hemos querido que dicho panorama se vea enriquecido al contemplar las relaciones históricas de tales disciplinas del conocimiento con la literatura, las artes, la filosofía.

Así, *Mercurio Volante* ha reunido un grupo de plumas avezadas, pinceles diestros y jóvenes talentos. Dichas personas son, en orden alfabético, Norma Ávila Jiménez, Alberto Castro Leñero, Andrés Cota Hiriart, Gerardo Herrera Corral, Roald Hoffmann, Juan Latapí Ortega, Carmina de la Luz Ramírez, Celia Peña Guzmán, Gabriela Pérez Aguirre, Luis Felipe Rodríguez, José Manuel Sánchez Ron, Juan Tonda Mazón.

También es grato recordar a los investigadores que nos regalaron su tiempo para compartir con los lectores sus logros, motivaciones y propósitos. Elos son Griselda Corro Hernández, Justiniano Lorenzo Díaz Cruz, José Ramón Eguibar, Arturo Fernández Téllez, Gerardo Torres del Castillo.

A todos ellos nuestro agradecimiento por su amable disposición y entusiasmo, al igual que a Hugo Vargas Comsille, quien durante algunos números nos acompañó cuidando la edición y colaborando en estas páginas con interesantes artículos alrededor del ajedrez.

Asimismo, apreciamos sobremedida la amistad, confianza y asistencia profesional de Mario Alberto Mejía Martínez, Ignacio Juárez Galindo, Gerardo Tapia Latisnere, Beatriz Gómez, Andrea Valerdi y Amairani Zúñiga.

Especial mención merece el espléndido trabajo de diseño editorial que lleva a cabo mes con mes Óscar Cote Pérez.

Como nos propusimos desde el primer número, seguiremos trayendo en este segundo año reflexiones propositivas, originales, de primera mano, alrededor de las ideas y descubrimientos que se producen mientras se persiste en la antigua aventura de conocer la naturaleza del universo en el que vivimos inmersos.

Carlos Chimal

SUPLEMENTO MERCURIO VOLANTE

Mercurio  Volante

SUPLEMENTO DE
hipócritalector

CARLOS CHIMAL
EDITOR

NORMA ÁVILA JIMÉNEZ
ALBERTO CASTRO LEÑERO
ANDRÉS COTA HIRIART
GERARDO HERRERA CORRAL
ROALD HOFFMANN
JUAN LATAPÍ ORTEGA
CARMINA DE LA LUZ RAMÍREZ
MARIO DE LA PIEDRA WALTER
LUIS FELIPE RODRÍGUEZ
GABRIELA PÉREZ AGUIRRE
JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON
JUAN TONDA MAZÓN
COLABORADORES

HIPÓCRITA LECTOR

MARIO ALBERTO MEJÍA
DIRECTOR GENERAL
IGNACIO JUÁREZ GALINDO
DIRECTOR EDITORIAL
OSCAR COTE PÉREZ
DISEÑO EDITORIAL

GERARDO TAPIA LATISNERE
DIRECTOR DE RELACIONES PÚBLICAS
BEATRIZ GÓMEZ
DIRECTORA ADMINISTRATIVA

Hipócrita Lector, diario de lunes a viernes. Dirección: Monte Fuji 20, Fraccionamiento La Cima, Puebla. CP. 72197 Correo: atencion.hipocritalector@gmail.com
Editor responsable: Ignacio Juárez Galindo
Permisos Indautor, Licitud y Contenido: En trámite
Todos los materiales son responsabilidad exclusiva de quien los firma.

AUTORES EN ESTE PRIMER AÑO



NORMA ÁVILA JIMENEZ

Desde hace más de 25 años se ha dedicado al periodismo de ciencia en medios impresos y televisivos. Es licenciada en Comunicación por la UNAM y maestra en Estudios de Arte Moderno y Contemporáneo por la UAQ. Actualmente cursa el doctorado en Artes en esta última. Es autora del libro *El arte cósmico de Tamayo*.



ALBERTO CASTRO LENERO

Pintor, alumno dilecto de Manuel Felguérez. Es uno de los artistas plásticos más importantes de nuestros días.



ANDRÉS COTA HIRIART

Zoólogo, naturalista y escritor. Biólogo por la UNAM y Maestro en Comunicación de la Ciencia por Imperial College, Londres. Es fundador de la Sociedad de Científicos Anónimos, conductor del programa de radio/podcast *Masaje Cerebral* y profesor de literatura en la Escuela Superior de Cine.



CARLOS FRANZ

Novelista, cuentista y ensayista. Su novela *Si te vieras en mis ojos* ganó la II Bienal Mario Vargas Llosa en 2016.



GERARDO HERRERA CORRAL

Físico de la Universidad de Dortmund y del Cinvestav, es líder de los latinoamericanos en el CERN. Ha escrito diversos libros, entre ellos *El azaroso arte del engaño* (Taurus).



ROALD HOFFMAN

Químico de la Universidad de Cornell, obtuvo el premio Nobel de la especialidad en 1981 por sus trabajos seminales acerca de la transformación estructural de las moléculas reales y probables. Entre sus numerosos libros se encuentra *Catalista. Poemas escogidos*, Hurga y Fierro, Madrid, 2002.



PIOTR KIELANOWSKI

Nació en Polonia durante la Segunda Guerra Mundial. Se doctoró en física en la Universidad de Varsovia, donde posteriormente fue profesor del Instituto de Física. Desde 1995 es profesor del Departamento de Física del Cinvestav.



JUAN LATAPÍ ORTEGA

Caricaturista, ilustrador, diseñador gráfico. Realizó la primera película de dibujos animados en México, en formato Súper 8 mm., por lo cual obtuvo un premio Luis Buñuel.



CARMINA DE LA LUZ

Periodista de ciencia, nominada en 2020 al Premio internacional Fetisov. Es fact-checker en *Pictoline*; colabora en *Tec Review*, en el noticiario televisivo NCC Iberoamérica y en SciDev. Ha sido becaria de la *International Women's Media Foundation* y de *Climate Tracker*.



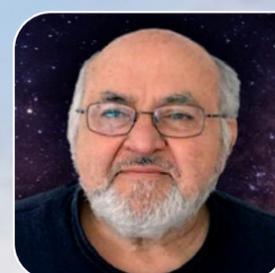
CELINA PEÑA GUZMÁN

Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la BUAP. Es especialista en gestión del patrimonio industrial, movimientos sociales y sindicalismo obrero.



GABRIELA PÉREZ AGUIRRE

Estudió ingeniería química en la Facultad de Química de la UNAM. Es autora de libros de texto de física y química a nivel secundaria y de química a nivel bachillerato. Colaboró en la concepción, desarrollo y edición de libros de texto, interactivos y guiones para la red EDUSAT, del Instituto Latinoamericano para la Comunicación Educativa (ILCE). Formó parte del equipo editorial de la Revista Ciencias, de la Facultad de Ciencias de la UNAM.



LUIS FELIPE RODRÍGUEZ

Radioastrónomo de la UNAM. Pertenece a El Colegio Nacional.



JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON

Vicerector de la Real Academia Española (RAE), es el escritor científico más importante de nuestra lengua. Dirigió la colección *Drakontos* (Editorial Planeta) y es autor de una veintena de libros imprescindibles.



JUAN TONDA MAZÓN

Físico, editor y divulgador de la ciencia. Obtuvo el Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia en 1996. Actualmente es Coordinador de Publicaciones del Instituto de Energías Renovables de la UNAM.



HUGO VARGAS

Editor y periodista, se ha desempeñado en puestos directivos en la industria editorial privada y académica. Es autor, entre otros libros, de *Cuando la derecha nos alcance* (Pangea, 1997) y *Fianchetto. El ajedrez como una de las bellas artes* (Trama Editorial, 2016).

TODAVÍA NOS QUEDA MUCHO POR VER



ÓRALE..

¿YA VISTE?



EL ESPACIO

GERARDO HERRERA CORRAL

El espacio y el tiempo son la estructura definitiva de la realidad. La manera como vemos estas categorías fundamentales, como las imaginamos y entendemos, permea en todas nuestras cosmovisiones.

Casi todos pensamos que el espacio es un recipiente donde los fenómenos naturales transcurren. Esta idea generalizada ha sido promovida por la física clásica decimonónica, que describe los fenómenos como si estuvieran contenidos en el espacio. Como si este fuera una caja con cierto largo, ancho y alto que enmarca el desarrollo de las cosas y permanece independiente en su devenir.

La visión nos llega de muy atrás. Quizá la primera referencia sea de los griegos que meditaban sobre el origen del universo y la naturaleza del espacio y el tiempo. En los diálogos de Platón hay una conversación memorable en la que Sócrates habla con Timeo sobre la estructura de la materia y la naturaleza humana. Se plantea el espacio como un receptáculo en donde las cosas encuentran su acomodo y los eventos suceden. Este diálogo fue escrito en 360 a. e. c. y es considerado uno de los más influyentes en la ciencia y la filosofía de los siglos que siguieron. De acuerdo con la concepción imperante en esa época el espacio existe eternamente y no se percibe por sí mismo, sino de manera intuitiva como conclusión a la que se llega por un camino razonado.



El espaciotiempo podría ser más amplio de lo que habíamos pensado. Mas allá de las apariencias, podrían existir más de tres dimensiones espaciales y, ¿por qué no? quizá también más que un solo tiempo.

Actualmente la física nos ofrece una noción distinta. El espacio está ligado a los objetos y las fuerzas que experimentan. Con la llegada de la "teoría de la relatividad" en las ciencias físicas a comienzos del siglo XX, la idea que teníamos de espacio como vasija en la que se localizan los objetos, y el concepto de tiempo que fluye como un río, cambió de manera radical.

Ahora pensamos que el espacio y el tiempo son parte de un mismo tejido y creemos que está íntimamente ligado a la presencia de la materia que es portadora de masa. En esta concepción moderna, el espacio y el tiempo son influenciados a través del movimiento y la gravitación, fenómenos ambos que los deforman como si fueran de plastilina.

Más aún, el tiempo es distinto para cada observador. Transcurre de manera diferente para cada uno de nosotros y aunque la diferencia puede ser muy pequeña lo cierto es que no podemos hablar de un tiempo universal. El reloj marca las horas de manera individualizada dependiendo de la dirección y velocidad con que nos movemos.

No contentos con esta nueva manera de entender al tejido espaciotemporal, los físicos especulamos y buscamos en los laboratorios más avanzados una propiedad última en su naturaleza, a saber, su carácter múltiple, la manifestación polifacética de las dimensiones y la pluralidad de sus contornos.

El espaciotiempo podría ser más amplio de lo que habíamos pensado. Mas allá de las apariencias, podrían existir más de tres dimensiones espaciales y, ¿por qué no? quizá también más que un solo tiempo.

Después de todo no parece haber ninguna razón especial para que el espacio tenga solo las tres dimensiones que percibimos como largo, ancho y alto, o que exista solo un tiempo en el que envejecemos.

No sabemos de nada que establezca como natural esta limitación que nos aprisiona.



Es, pues, inevitable que uno de los derroteros de la exploración humana sea la indagación de la existencia de más dimensiones. Esa búsqueda ha comenzado ya de la misma manera como comienzan todos los viajes de descubrimiento: con la imaginación de mundos nuevos.

El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) en el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN) que se encuentra en Ginebra, Suiza, produce colisiones violentas de protones contra protones a la más alta energía. Cuando las minúsculas partículas chocan se producen una gran cantidad de corpúsculos que vuelan en todas direcciones llevando consigo, cada uno de ellos, una fracción de la energía inicial. Si sumamos la energía de los productos del impetuoso encuentro, deberemos llegar a la que tenían los protones antes de la reacción. La energía se conserva y es por lo que el total de las porciones debe dar el monto energético original.

Es cierto que algunos fragmentos pueden escapar por las rendijas del detector sin ser vistos, pero un conocimiento detallado del aparato nos dirá qué tan frecuente puede llegar a ocurrir. De manera que podemos corregir por pérdidas e ineficiencias técnicas. Si después de todas las cuentas y correcciones nos falta energía, entonces estaremos ante un nuevo fenómeno en que alguno de los vestigios de la colisión desapareció del espaciotiempo en que vivimos.

Una posible explicación a la falta de energía en el estado final es que una de las muchas partículas que emergían del encuentro de protones se escabullera por una dimensión extra. Esta sería la primera manifestación de la quinta dimensión en escalas microscópicas. Brindaría a la radiación la posibilidad de esfumarse sin ser vista en el laboratorio, ofreciendo un camino invisible.

Hasta ahora no hemos podido ver que tal cosa ocurra. Ninguna partícula ha desaparecido de nuestro espacio colándose por la quinta dimensión, y por eso seguimos sin tener evidencia de su existencia. De manera que seguimos pensando que solo existe lo que podemos percibir en nuestro diario vivir. Mientras tanto, el LHC continúa produciendo cada vez más colisiones con cada vez más energía. Lo hará por muchos años, y no sabemos si un día la búsqueda terminará con la aparición de nuevos horizontes y parajes multidimensionales.

Es, pues, inevitable que uno de los derroteros de la exploración humana sea la indagación de la existencia de más dimensiones.

Esa búsqueda ha comenzado ya de la misma manera como comienzan todos los viajes de descubrimiento: con la imaginación de mundos nuevos.



***GERARDO HERRERA CORRAL**
Físico de la Universidad de Dortmund y del Cinvestav, es líder de los latinoamericanos en el CERN. Ha escrito diversos libros, entre ellos *El azaroso arte del engaño (Taurus)*.





● Imagen original: By Cirone-Musi, Festival della Scienza, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46539609>

LITERATURA DEL ESPACIO

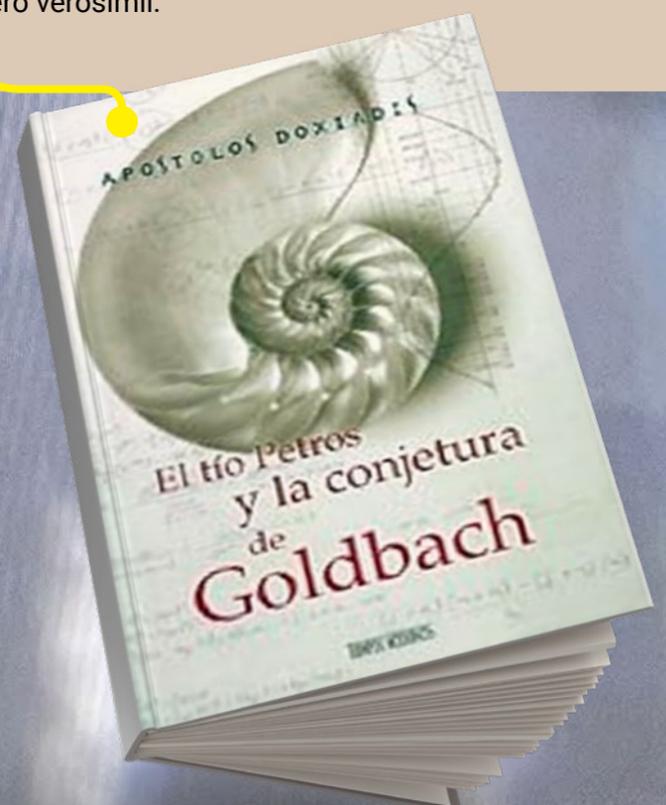
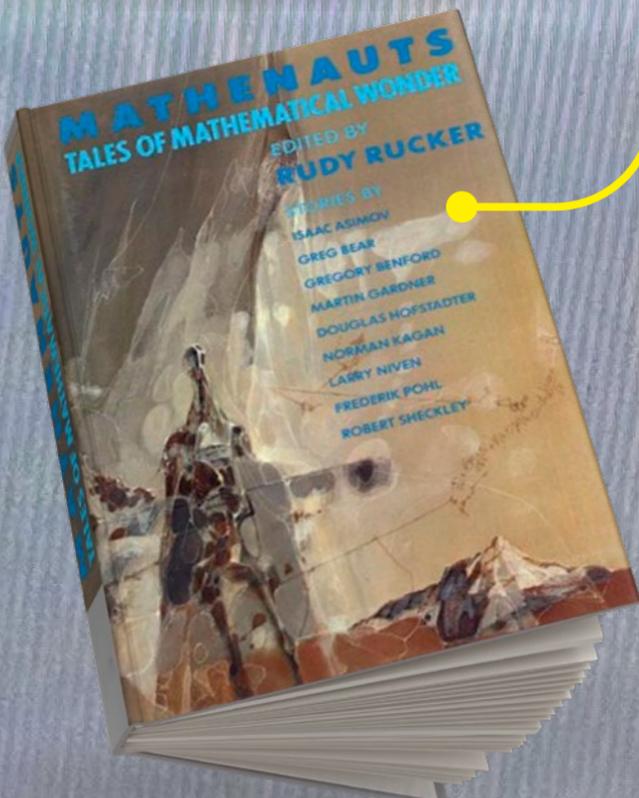
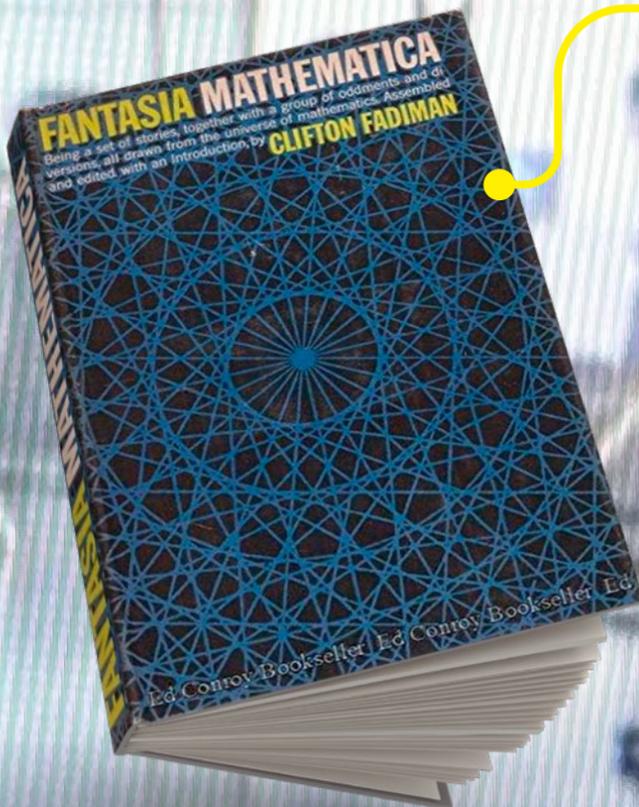
El físico especialista en gravedad cuántica, **Carlo Rovelli**, afirma que aún desconocemos la profunda naturaleza del espacio-tiempo. Pero, en todo caso, atañe más a lo que somos como seres orgánicos, que lo que le importa al cosmos. Las aproximaciones consecutivas (pasado cerrado, presente fugaz, futuro abierto) han dado paso a nuevas interpretaciones. Entre más se investiga acerca de este asunto, más se disgrega el concepto de espacio-tiempo, en realidad una compleja reunión de estructuras, de estratos. “La física en la que yo trabajo”, afirma Rovelli, “es el esfuerzo por comprender este paisaje extremo y hermoso, el mundo sin tiempo”. En este mundo extraño, inédito, debe haber algo que provoque el espacio-tiempo, tal como lo conocemos. La literatura fantástica y de ciencia ficción del tercer milenio se han volcado sobre estas ideas.

Ejemplos de ello podemos hallarlos en varios antecedentes escritos casi todos durante el siglo XX. Destacan dos antologías, una compilada por Clifton Fadiman bajo el título de **Fantasia Arithmetica**, y la otra de Rudy Rucker, **Mathenauts. Tales of Mathematical Wonder**. En la introducción de su libro Fadiman nos advierte que, a diferencia de la astronomía, la biología y la química, las matemáticas no pueden ser “visuales”, “poéticas” en un sentido tradicional.

La realidad física, en cierta forma, es prescindible para esta disciplina del conocimiento. No obstante, algunos autores como Aldous Huxley en su relato “El joven Arquímedes”, Arthur Koestler, en “Pitágoras y el psicoanalista”, y H.G. Wells en “Peter aprende aritmética”, se las arreglan para hacernos “ver” más allá de lo evidente.

Algo similar sucede con algunos cuentos incluidos en la antología de Rudy Rucker. Tal es el caso de “Cubeworld”, escrito por Henry H. Gross, y “The Feeling of Power”, de Isaac Asimov. La ficción es invención de hechos o de vicisitudes. Más allá del deslumbramiento que provocan los constructos numéricos hay una mimesis que imita la realidad y la trasciende. Es una representación y una propuesta modal, hay burla y admiración de algo que parece fuera de la naturaleza (las matemáticas), pero que se encuentra en el fondo de todo lo que existe.

No se trata de la apariencia de las imágenes proyectadas sobre una pantalla natural, como quería Platón, sino de una introspección profunda que, en casos extremos, puede llevar a la locura. Tal es el caso de la novela de Apóstolos Dioxiadis, **El tío Petros y la conjetura de Goldbach**. El tío del narrador se embarca en la insana tarea de aclarar la naturaleza de los números primos hasta que pierde la razón. En términos aristotélicos, se trata de un relato de lo imposible pero verosímil.



Liter Matura

ANDRÉS COTA HIRIART*

Asentemos el punto crucial desde el principio: no hay nada como la buena literatura. Nada. Y si esta, además, de algún modo comunica la ciencia, entonces podemos afirmar que estamos ante una de las formas más ricas del conocimiento. O, cuando menos, existen pocas cosas que yo disfrute leer tanto como aquellos textos que, valiéndose de una narrativa poderosa, tratan aspectos sobre el mundo real y sus fundamentos. No es que tenga nada en contra de la ficción, lo opuesto, sin embargo, es en ese género que, a falta de una terminología más rica, parte de su negación —la *noficción*—, que encuentro mis lecturas más atesoradas. En especial aquellas que versan sobre la naturaleza y sus componentes primordiales. Ensayo, crónica, biografía, poesía, guion escénico o novela, la forma no es lo relevante, sino el fondo, y que, claro: la calidad de la escritura sea la que marque la pauta de acción y no una mera pretensión divulgativa sobre los temas bajo escrutinio.

Aunque quizás podría proponerse que el saber es apreciable por sí mismo, la verdad es que, si va acompañado por una prosa entretenida, el cerebro lo digiere con mayor deleite. Somos entes de intelecto dramático, nos percatamos de ello o no, generalmente interpretamos los fenómenos que suceden a nuestro alrededor, o a los demás individuos, por medio de historias. A partir de ellas es que desatamos el poderoso simulador cerebral con el que viene equipada nuestra conciencia, ponemos en marcha el juego de espejos neuronales y la empatía.

Nos planteamos virtualmente cómo podría llegar a sentirse eso que no hemos experimentado en carne propia. Visualizamos parajes en los que nunca hemos estado y probablemente nunca estaremos.

Nos abstraemos y penetramos en dimensiones prohibitivas para nuestras posibilidades anatómicas inmediatas, desde los minúsculos meandros de las partículas elementales hasta los albores siderales del universo. Encarnamos otros tiempos, otros cuerpos, y quizás lo más importante: nos quitamos a nosotros mismos del centro. Acallar, así sea durante unos minutos, la ecolaquia perenemente autoafirmativa del ego y abrir nuestras perspectivas, esa es la mayor dicha.





Pocas cosas nos resultan tan placenteras a los humanos como activar los engranajes del pensamiento y despertar al monstruo magistral de la imaginación. Y de las múltiples estrategias para conseguirlo, probablemente sea la narrativa, y específicamente aquella transmitida a través de texto, la más eficaz. Ya que, de manera análoga a la música como llave a las emociones, la literatura lo es al intelecto. No muestra nada concreto, pero sugiere todo. Dispone las pautas para formular las sinapsis, interpretar y materializar el relato, y así traducir lo que describe en paisaje habitable. Los libros también son espacios físicos, se pueden caminar.

El proceso es conocido, pero no por ello menos intrigante: las letras se asocian formando palabras, las palabras se suceden dando lugar a oraciones y estas, a su vez, se escurren por los párrafos conformando la cascada de la página. Hasta que de pronto todo desaparece para dar rienda suelta a las maquinaciones mentales. O como mínimo se pierde la noción del catalizador simbólico que está consumiéndose. Los ojos se deslizan sobre los caracteres casi en automático llevándonos cada vez más lejos de nuestro lugar preciso en el tiempo y el espacio. Pero ¿qué hace que un manuscrito sea mejor que otro? Si se tratara de una respuesta sencilla entonces la labor del autor no sería cuestión meritoria. Sin embargo, no es así. La buena escritura, como toda empresa artística, está a merced de múltiples factores que rara vez se conjugan de manera prodigiosa y es por eso que las verdaderas obras maestras son tan escasas. Un texto que valga la pena, al igual que cualquier otra pieza de arte digna, siempre será más que la suma de sus partes.

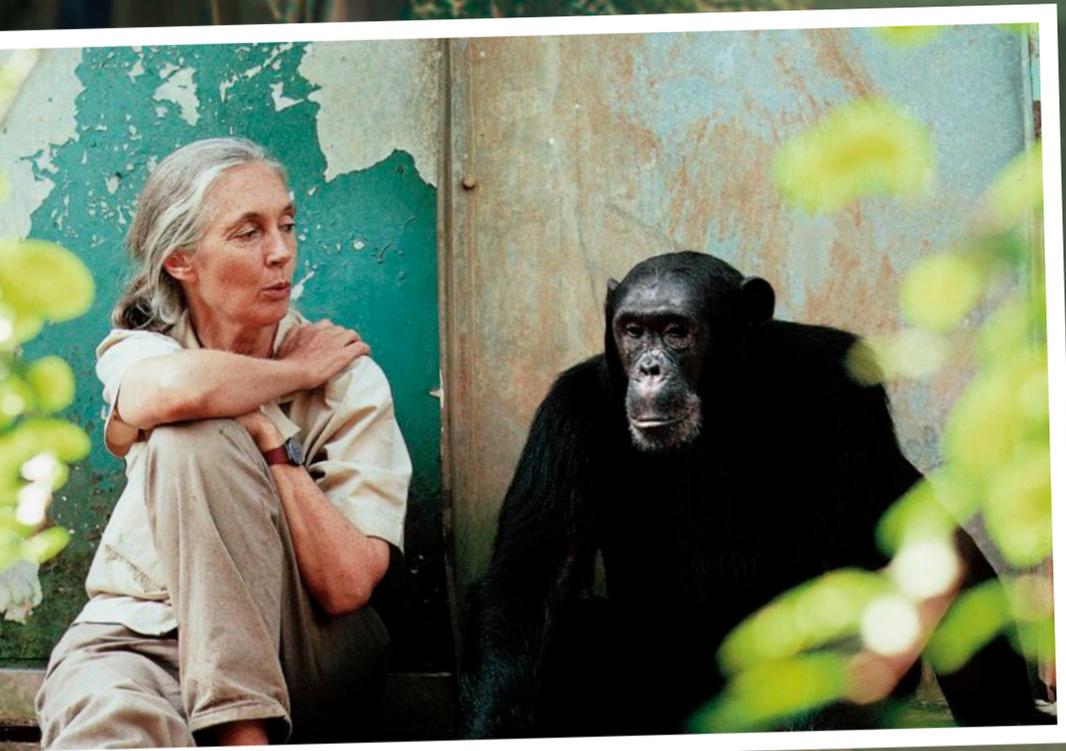
No obstante, tampoco es que no se pueda desmenuzar al organismo y analizar sus ingredientes. Yo diría que todo intento que no integre humor, reflexión personal y claridad será completamente fallido. Así como aquellos que no manoseen imprudentemente la imaginación del lector o tienten su curiosidad (de pérdida su morbo). Apelar al lado humano de los protagonistas —me refiero a sus contradicciones, recurrencias, discordancias y tropiezos— también es primordial y, de igual manera, mantener cierta tensión dramática para impulsar a que la lectura no sea interrumpida. A fin de cuentas, hasta la historia de cómo fabricar un palillo de dientes puede llegar a ser interesante y una expedición en búsqueda de niños salvajes al Congo francamente soporífera. Todo depende de cómo se narre.

Escribir y leer sobre algo implica valorarlo y convertirlo en parte de nuestra vida interior. Por eso, la literatura es una forma de ampliar nuestros horizontes y luchar contra el ecocidio rampante que nos rodea.

De cierta manera la literatura científica podría ser equiparada con el documental cinematográfico en el sentido de que no estamos ante un género que pueda ser definido por estilo, registro o forma particulares sino por contenido y expectativas. Esto último con respecto a la manera en la que interactuamos como público con sus productos. Al abordarlos no solo tenemos la expectativa propia de la ficción, que nos mantiene a raya por la manera en la que se cuenta la anécdota —esa inevitable necesidad de saber ¿qué va a pasar?—, sino que nos encontramos inmersos en una especie de argumentación narrativa de la que ansiamos aprender algo. Por eso la labor se complica aún más, pues existen dos dimensiones psicológicas completamente distintas que satisfacer.

Pero bueno, basta de elaborar sobre teoría. Después de todo se dice que no hay mejor manera de pregonar que con el ejemplo, así que traigamos a colación algunas de las voces más singulares de la literatura. Sus pilares si se quiere. Por supuesto que antes habría que dejar completamente resuelto: ¿qué es literatura? El escritor catalán Gabi Martínez ha propuesto esta palabra para hablar de la escritura que dialoga, artística e íntimamente, con la naturaleza en todas sus dimensiones, desde los microbios que habitan nuestro cuerpo hasta las ballenas que surcan los mares, desde las profundidades geológicas hasta los ecosistemas que la actividad humana ha amenazado.

Escribir y leer sobre algo implica valorarlo y convertirlo en parte de nuestra vida interior. Por eso, la literatura es una forma de ampliar nuestros horizontes y luchar contra el ecocidio rampante que nos rodea. En palabras del escritor y ambientalista mexicano Jorge Comensal: «Ante la desconexión de la cultura urbana con la naturaleza, divulgar y celebrar la literatura y las artes que abordan lo silvestre puede ser una forma terapéutica de enfrentar la ansiedad producida por las crisis ambientales y un semillero de ideas para mejorar nuestra relación con la biosfera.



Jane Goodall

Quizás Jane no necesite mayor carta de presentación, después de todo se ha fraguado ya en el imaginario colectivo como el arquetipo de la ambientalista y bióloga de campo por antonomasia. Probablemente sea la primatóloga más famosa del mundo y una de las personas que más ha contribuido a cambiar el paradigma de la evolución de nuestra propia especie a partir de sus observaciones y contacto con los chimpancés a lo largo de siete décadas (por ejemplo, haber demostrado que nuestros parientes vivos más cercanos también emplean herramientas y expresan rasgos culturales). Vamos, que no muchas naturalistas —personas en general— pueden jactarse de haber aparecido en los Simpsons, tener no una sino varias portadas del *National Geographic* en su honor, e incluso una Barbie y un set de lego inspirados en su figura. Autora de quince libros, de los cuales probablemente el más destacable sea *Through a window: 30 years of observing the Gombe Chimpances* (1990) y participante en veintitrés películas documentales, ya sea como personaje retratado o parte del equipo de producción.

A sus ochenta y nueve años de edad, Jane sigue siendo sumamente activa, una de las voces líderes de la conservación y del bienestar animal, Mensajera de la Paz de la Organización de las Naciones Unidas y fundadora del Instituto Jane Goodall y del programa Roots & Shoots. Para comenzar a adentrarse en su tremendo legado, se recomienda empezar por el documental de 2017, *Jane*, en el que el director Brett Morgen parte del material de stock encontrado apenas en 2014 que retrata los primeros años de Jane con los chimpancés.

A sus ochenta y nueve años de edad, Jane sigue siendo sumamente activa, una de las voces líderes de la conservación y del bienestar animal, Mensajera de la Paz de la Organización de las Naciones Unidas y fundadora del Instituto Jane Goodall y del programa Roots & Shoots.



Biruté Galdikas

Junto a Jane Goodall (y su trabajo con los chimpancés) y Dian Fossey (en lo que respecta a los gorilas) la canadiense Biruté es una de las musas de la primatología moderna. Todas ellas discípulas del célebre-polémico antropólogo Louis Leakey —bautizadas por la misma Galdikas como «Las Ángeles de Leakey»— y quizá las tres personas que mayores esfuerzos han realizado por la conservación de los grandes primates; a Fossey incluso le costó la vida. Es en buena medida gracias a los estudios minuciosos de Galdikas como sabemos algo sobre la etología de los únicos grandes simios asiáticos. Los secretos orangutanes y su sofisticada vida en la copa de los árboles. Entre sus libros destaca: *Reflejos del Edén: Mis años con los orangutanes de Borneo* (2013), unas memorias extensas y desenfadadas, tan fascinantes como poéticas y publicadas por *Pepitas de Calabaza*. En opinión de Norman Lear: «Fascinante... una obra de una importancia trascendental».

Se cuenta que cuando Birute le expresó a su mentor que tenía la intención de dirigirse a Borneo para estudiar los orangutanes, Leakey le advirtió que si tal era el caso, tenía que extirparse el apéndice, porque en la selva indonesia no habría hospitales que pudiesen atenderla de sufrir una apendicitis. Ella respondió que estaba dispuesta no solo a quitarse el apéndice, sino también las amígdalas de ser necesario. Días más tarde, Leakey le dijo que solo había sido una prueba para comprobar si realmente estaba dispuesta a afrontar todos los obstáculos que la aguardaban. Obstáculos contra los que sigue luchando a sus setenta y siete años de edad en su afán infatigable por proteger a los simios pelirrojos.

Diane Fossey

En 1963, apoyada por Leakey, Diane llegó a las montañas de Ruanda y la República democrática del Congo para estudiar a los gorilas. Las condiciones de esa zona eran bastante más conflictivas que las que encontraron Jane y Biruté en sus respectivas áreas de estudio. No obstante, Diane consiguió abrirse camino y ganarse la confianza de los gorilas. Con el tiempo desmitificó las nociones de que los poderosos primates de pelaje negro eran violentos y a lo largo de décadas batalló contra los cazadores furtivos. En 1983 publicó su libro emblemático: *Gorilas en la niebla*, posteriormente llevado a la pantalla grande con Sigourney Weaver interpretando a la primatóloga. Tristemente ese mismo año fue asesinada a machetazos por los cazadores furtivos.

● Imagen original: Simon Fraser University - University Communications - <https://www.flickr.com/photos/sfupamr/5577180639/>, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44793593>

Jane Goodall, Dian Fossey y la canadiense Birute, todas ellas discípulas del célebre-polémico antropólogo Louis Leakey —bautizadas por la misma Galdikas como «Las Ángeles de Leakey»—, son quizá las tres personas que mayores esfuerzos han realizado por la conservación de los grandes primates.

● Imagen original: <http://episodeinfo.com/tvshows/?p=784>, Fair use, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=28271827>



Gerald Durrell

Padre indiscutible de la reproducción en cautiverio de especies exóticas, el gran Gerald Durrell tiene también a su merced una de las plumas más entretenidas en lo que a zoología refiere. Narraciones que nunca parecen abandonar esa mirada lúdica e infantil ("infantil" en el mejor de los términos posibles) que lo llevó a descubrir los secretos de la vida silvestre de Corfú, isla griega en la cual creció y sobre la cual relata en *My Family and Other Animals* (1956), *Birds, Beasts and Relatives* (1969) y *The Garden Of the Gods* (1978). En las páginas de Durrell las fieras son tratadas con el mismo cariño y cercanía que los miembros de la familia (personajes victorianos entrañables entre los que figura su hermano Lawrence Durrell, también escritor notable que el lector versado probablemente conozca por su famoso *Cuarteto de Alejandría*).

Citando el suplemento literario de *The Times* «si los animales, pájaros e insectos pudieran hablar, con toda seguridad concederían a Gerard Durrell uno de sus primeros premios Nobel». Otros de sus títulos sobresalientes son *The Overloaded Ark* (1953), sobre sus aventuras capturando ejemplares de fauna salvaje y las peripecias involucradas en posteriormente desarrollar métodos para mantenerla y propagarla en cautiverio, y *The Aye-Aye and Me* (1992).

Redmond O'Hanlon

Naturalista británico contemporáneo pero de la vieja escuela, el intrépido Redmond se abocó durante años a recorrer el mundo en busca de los últimos reductos de selva prístina. Sus pasos lo llevaron desde Indonesia hasta el África subsahariana pasando por Latinoamérica y las islas remotas del Pacífico sur. Es sobre sus andanzas que escribe, siempre con ese humor sarcástico, característico de los ingleses, de alguien que no está hecho para la vida de campo, pero que se ve de pronto envuelto en una expedición a tierras indómitas donde abundan los caníbales. Entre sus libros más memorables está *Into the Heart of Borneo* (1984), viaje trepidante y evocativo hacia el corazón mismo de la jungla de Borneo al lado de su amigo el poeta James Fenton para buscar los últimos ejemplares de rinoceronte enano (con seguridad uno de mis títulos favoritos de toda la literatura).

Sigue *In Trouble again* (1988), aventura en donde su acompañante es un fotógrafo engreído y el destino es el Amazonas, o mejor dicho lo más profundo de la selva amazónica. Y en *No Mercy: A Journey Into the Heart of the Congo* (1997), el turno toca a las difíciles tierras altas de las selvas del centro de África en busca de gorilas y muchos problemas en compañía de los pigmeos y su amigo Larry. Finalmente, en *Trawler* (2003), Redmond voltea la mirada hacia su isla natal y se pregunta cuál será la última frontera salvaje de la Unión Británica, cuestionamiento que lo lleva a pasar un mes a bordo de un barco de pesca de aguas profundas en los intempestivos mares del Atlántico norte y durante periodo de huracanes.

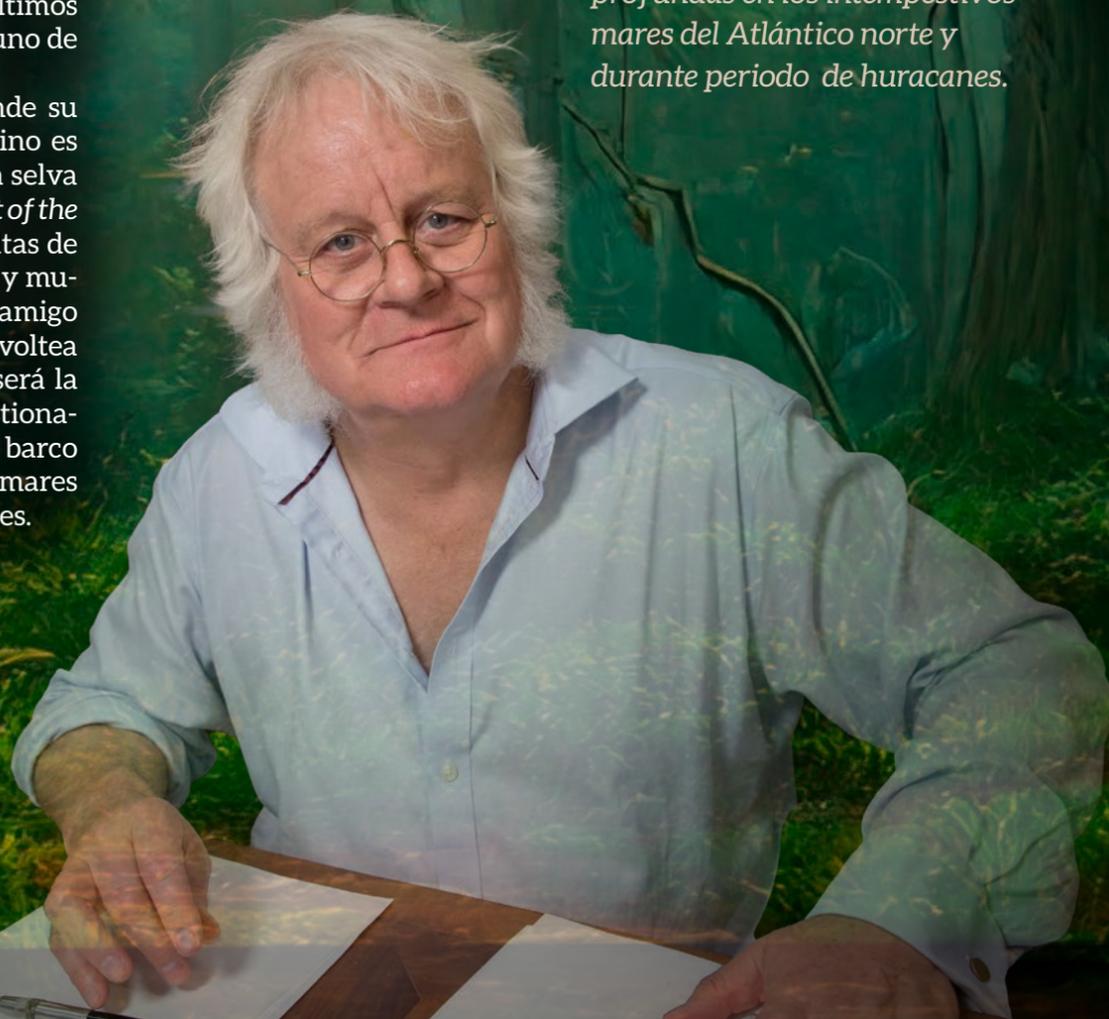
● Imagen original: Matthieu van den Berg - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=54572514>

«...Si los animales, pájaros e insectos pudieran hablar, con toda seguridad concederían a Gerard Durrell uno de sus primeros premios Nobel»

The Times

● Imagen original: Jon Mountjoy - originally posted to Flickr as IMG_1210.JPG, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4563116>

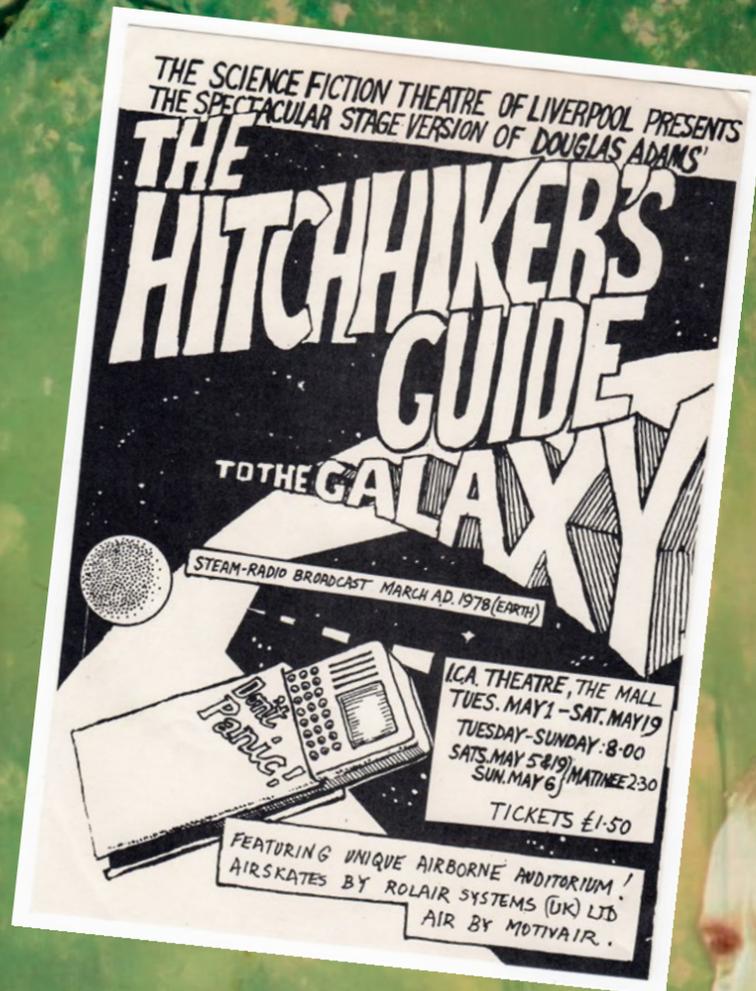
Redmond voltea la mirada hacia su isla natal y se pregunta cuál será la última frontera salvaje de la Unión Británica, cuestionamiento que lo lleva a pasar un mes a bordo de un barco de pesca de aguas profundas en los intempestivos mares del Atlántico norte y durante periodo de huracanes.



Douglas Adams

Autor renombrado, humorista y locutor de la BBC, es el único de esta breve lista que no es científico. Mundialmente conocido por su saga de ciencia ficción satírica: *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*, con cinco títulos y más de 15 millones de copias vendidas, Adams posee ese extraño don del humor brillante, comentarios sumamente inteligentes pero elaborados de manera tal que producen carcajadas incontrolables. Lo incluyo aquí en especial por un libro de su autoría en colaboración con el zoólogo Mark Carwadine: *Last Chance To See* (1990), que narra sus aventuras tras la pista de los animales más amenazados por la extinción en ese momento. Desde las aguas turbias del río Amarillo en China en busca del Baji (delfín de agua dulce que tristemente hoy en día ya se encuentra extinto), hasta las cumbres de Nueva Zelanda en busca del Kakapo, un perico nocturno de gran tamaño del cual apenas sobreviven unas cuantas decenas de ejemplares. También visita Zaire (hoy República Democrática del Congo) para ver al rinoceronte blanco, Komodo para conocer a los famosos dragones y las islas Mauricio. En suma, uno de los manuscritos más divertidos e ilustrativos que se hayan elaborado sobre el mundo salvaje y la cuestionable interacción que hemos entablado con la naturaleza. Sumamente disfrutable y entretenido y a la vez profundamente perturbador.

Cerremos estas recomendaciones con el mismo Douglas Adams hablando sobre sus aventuras en la más que divertida charla: *Parrots, the Universe and Everything*.



● Imagen original: Diseño hecho para Ken Campbell's Science Fiction Theatre of Liverpool. - Mayo de 1979., CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=51381484>

Adams posee ese extraño don del humor brillante, comentarios sumamente inteligentes pero elaborados de manera tal que producen carcajadas incontrolables. Lo incluyo aquí en especial por un libro de su autoría en colaboración con el zoólogo Mark Carwadine: Last Chance To See (1990), que narra sus aventuras tras la pista de los animales más amenazados por la extinción en ese momento.



● Imagen original: John Johnson from Iowa City, USA - Douglas Adams Uploaded by Diaa_ abdelmoneim, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6634324>

*ANDRÉS COTA HIRIART

Zoólogo, naturalista y escritor. Biólogo por la UNAM y Maestro en Comunicación de la Ciencia por Imperial College, Londres. Fieras Familiares, su libro más reciente, fue elegido como finalista del I Premio de No ficción de Libros del Asteroide (2022). Es fundador de la Sociedad de Científicos Anónimos, conductor del programa de radio/podcast Masaje Cerebral y profesor de literatura en la Escuela Superior de Cine. Ha sido ponente en TEDx y miembro del Sistema Nacional de Creadores de Arte de la Secretaría de Cultura.



LA GUERRA DE LOS MUNDOS: el cerebro dividido y la(s) conciencia(s)

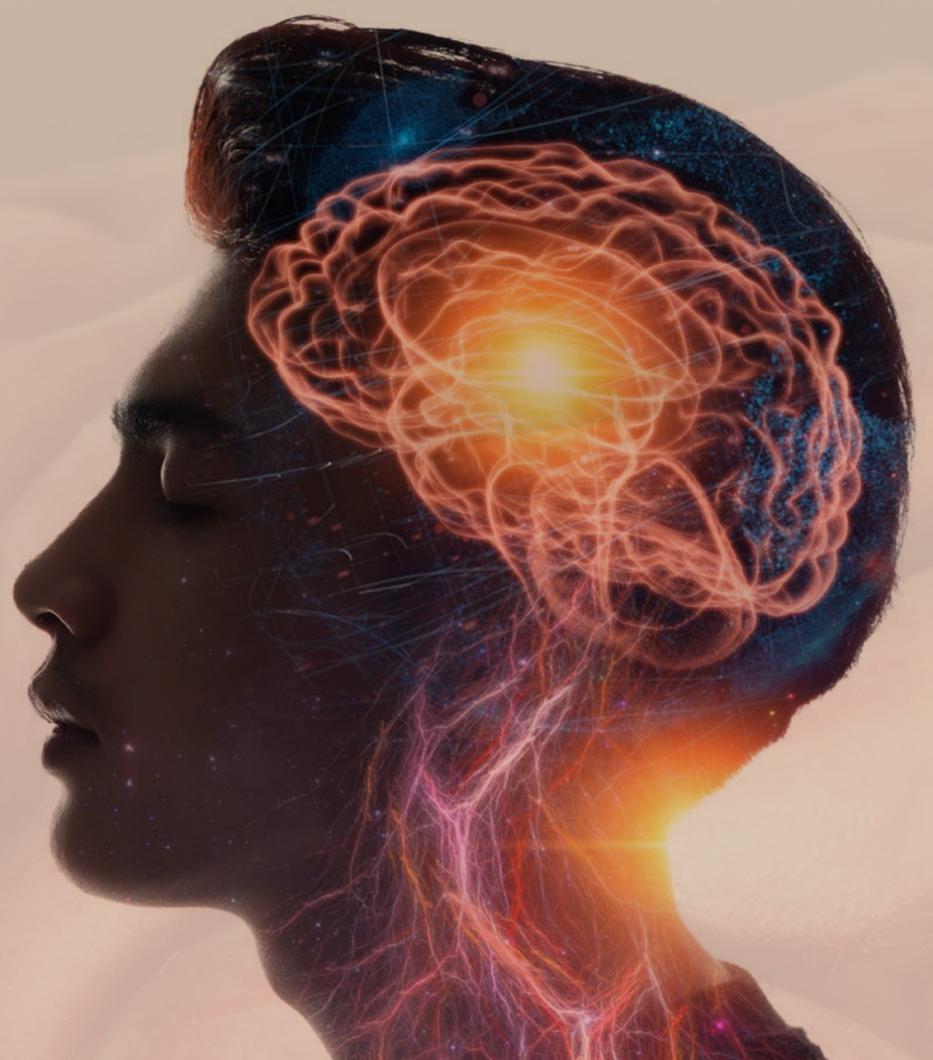
*Hay otros mundos, pero están en este.
Hay otras vidas, pero están en ti.*
Paul Eluard

MARIO DE LA PIEDRA WALTER*

En octubre de 1938 un programa de radio transformó el imaginario colectivo del planeta. El director Orson Welles adaptó a la radio una novela escrita por H.G. Wells 40 años atrás, llamada *La guerra de los mundos*. Se trata de la primera invasión alienígena de la Tierra descrita en la literatura. El problema: la audiencia desconocía que se trataba de una novela, por lo que el pánico generalizado de millones de oyentes forzó al director a ofrecer disculpas públicamente al día siguiente.

El encuentro entre dos mundos siempre ha estado presente en el arquetipo del ser humano. No es coincidencia que al descubrimiento -*invención* o *invasión*, dependiendo la perspectiva- de América sea conocido también como "el encuentro de dos mundos". Evolucionamos como especie seminómada, por lo que el choque con otras culturas siempre ha resultado inevitable.

Fuera de las consideraciones antropológicas, hay un encuentro de mundos mucho más sutil que tiene lugar dentro de nuestras cabezas y que formula una interrogante, la cual resalta por su profundidad y simpleza: ¿por qué el cerebro está dividido? Es una noción general que el hemisferio izquierdo del cerebro controla las acciones motoras y sensitivas del lado derecho del cuerpo, y viceversa para el hemisferio derecho. Aunque un poco contraintuitivo (si no es que caprichoso), esto se aplica a casi todas las especies. Se ha dicho, por ejemplo, que semejante división facilita la especialización de cada hemisferio para realizar actividades distintas.



En internet abundan pruebas de “psicología popular” para que –con solo unos clics– descubras con cuál de tus dos hemisferios cerebrales piensas. Esto proviene de una concepción errónea sobre cómo operan, esto es, como si cada uno fuera un cerebro distinto. Por lo general se presenta así: el cerebro izquierdo es el de la lógica, los hechos, las matemáticas y el pensamiento pragmático; mientras que el derecho es simbólico, creativo e imaginativo.

De este modo, una persona creativa –que gusta de las metáforas, de la pintura y tiene problemas para llegar a tiempo a una cita– dirá que en ella domina su hemisferio derecho. Por el contrario, alguien inmiscuido en el pensamiento lógico-matemático –que gusta de lo descriptivo y probablemente no planea ir a un retiro ayurveda– estará convencido de que su fuerte es pensar con el hemisferio izquierdo.

Esta idea reduccionista y casi caricaturesca del cerebro ignora que, aunque existen diferencias sutiles, es la compleja interacción entre ambos hemisferios lo que lo conforma una unidad.

No pensamos con uno o con el otro hemisferio, sino con todo el cerebro, que, a su vez, está influenciado por el cuerpo, el cual está atravesado por su entorno ambiental, material y psicosocial. Es decir, somos una unidad biológica en constante retroalimentación, y no la mera suma de sus partes.

Sin embargo –como en la mayoría de las pseudociencias–, esta percepción errónea contiene algunos hechos científicos. Es verdad que los hemisferios no son iguales entre sí, a esto se le conoce como asimetría cerebral. Aunque las diferencias anatómicas son casi imperceptibles, existen diferencias funcionales importantes. La más conocida, por ejemplo, está relacionada con el lenguaje.

En la gran mayoría de las personas, la región que codifica y genera el lenguaje se encuentra en el hemisferio izquierdo. Más específicamente, en dos regiones nombradas *área de Broca* y *área de Wernicke* tras sus descubridores. La primera, se relaciona con la producción del habla, mientras que la segunda con su comprensión. Una lesión en cualquiera de estas dos regiones producirá un trastorno –ya sea en la producción o en la comprensión del lenguaje– conocido como *Afasia*.



No pensamos con uno o con el otro hemisferio, sino con todo el cerebro, que, a su vez, está influenciado por el cuerpo, el cual está atravesado por su entorno ambiental, material y psicosocial. Es decir, somos una unidad biológica en constante retroalimentación, y no la mera suma de sus partes.



Por lo general, el hemisferio que procesa el lenguaje está estrechamente relacionado con el dominio motor. Es decir, si eres parte del 90% de las personas diestras en este mundo, es casi seguro que tu hemisferio izquierdo sea el dominante tanto para las habilidades motoras como para el habla. Por otro lado, hasta el 40% de las personas zurdas procesan el lenguaje con el hemisferio derecho, o sea, su hemisferio dominante.¹ Para complicarlo un poco más, algunas personas - en su mayoría zurdas - procesan el lenguaje con ambos hemisferios, un fenómeno conocido como *lateralización incompleta*.

Enfermedades mentales como la esquizofrenia han sido relacionadas con una falta de lateralización en el cerebro, llevando a algunos a teorizar que la esquizofrenia es el precio que el *homo sapiens* debió pagar por adquirir el lenguaje.²

Las diferencias funcionales entre los hemisferios no se limitan a áreas específicas, sino que están presentes en los grandes circuitos neuronales. Cada hemisferio contiene redes neuronales sutilmente distintas, ya sea por su arquitectura, número de células, respuesta a hormonas o por los mensajeros químicos (*neurotransmisores*) que utilizan las neuronas para comunicarse. Por consiguiente, existe una diferencia fundamental en la forma como cada uno procesa la información.

En palabras del psiquiatra y divulgador Iain McGilchrist, "si los hemisferios tienen maneras distintas de construir el mundo, esto no es solo un dato curioso sobre un sistema de procesamiento de información eficiente; nos dice mucho sobre la naturaleza de la realidad, sobre la naturaleza de nuestra experiencia acerca del mundo".³

Las diferencias funcionales entre los hemisferios no se limitan a áreas específicas, sino que están presentes en los grandes circuitos neuronales. Cada hemisferio contiene redes neuronales sutilmente distintas, ya sea por su arquitectura, número de células, respuesta a hormonas o por los mensajeros químicos (neurotransmisores) que utilizan las neuronas para comunicarse.



Un mundo dividido

A principios de la década de 1940, el neurocirujano William P. van Wagenen tomó una

decisión sin precedentes. En un intento desesperado por reducir la frecuencia de ataques epilépticos en un paciente que se generaban en un hemisferio y se propagaban a todo el cerebro; decidió cortar la estructura que los unía: el cuerpo calloso. Para sorpresa de muchos, este método resultó ser un éxito, disminuyendo considerablemente la frecuencia de los ataques sin afectar - aparentemente - las funciones de la persona. Muy pronto, la *callosotomía* se convirtió en el procedimiento estándar para el tratamiento de casos severos de epilepsia que no respondían a medicamentos.

Entre la década de 1940 y 1950 se realizaron decenas de cirugías que, en su momento, se consideraron como alternativas seguras.⁴ Décadas más tarde, neuropsicólogos como Roger Sperry (cuyos estudios le valdrían el premio Nobel en 1981) y Michael Gazzaniga describirían extensamente las alteraciones en los individuos originadas por este procedimiento, revelando mecanismos cerebrales hasta entonces desconocidos.⁵

Los hemisferios cerebrales no existen como unidades independientes. Es a través del cuerpo calloso, una estructura de entre 300 y 800 millones de fibras que conecta a ambos hemisferios, que mantienen el diálogo y unifican nuestra realidad. Cuando una neurona entabla comunicación con otra en un proceso denominado *sinapsis*, ésta puede tener propiedades inhibitorias o excitatorias sobre la otra. Es decir, puede iniciar o impedir actividad en la siguiente neurona.

Sorprende el hecho de que la mayoría de las conexiones en el cuerpo calloso son inhibitorias. En otras palabras, su efecto primario es producir una *inhibición funcional*, evitar que el otro hemisferio intervenga. En contra del sentido común, mientras más grande y evolucionado sea el cerebro, menos conexiones interhemisféricas se observan entre sí. Algo parece indicar que la evolución cerebral se inclina por una especialización de los hemisferios, llevando a algunos a especular sobre mundo de dos conciencias.

En un experimento clásico, a los participantes con cerebro dividido se les mostró una fotografía de un objeto solo en su campo de visión izquierdo y se les preguntó qué es lo que veían. Invariablemente, la respuesta era la misma: nada. Su hemisferio derecho, carente de un área para procesar el lenguaje, era incapaz de describir con palabras lo que veía en el lado izquierdo. El hemisferio izquierdo, en cambio, podía generar palabras, pero no veía objeto alguno en el lado derecho. Al ser el único capaz de responder, el sujeto se convencía de que no había objeto alguno. Un claro ejemplo de cómo el lenguaje puede premiar sobre la realidad.

Cuando a los participantes se les pidió dibujar con su mano izquierda lo que veían, se mostraron confundidos con la tarea. ¿Cómo era posible dibujar un objeto si no les habían mostrado nada? Después de una pequeña labor de convencimiento, cogieron sin mucha esperanza el lápiz y comenzaron a dibujar. Sin excepción, todos los dibujos coincidían con el objeto que le habían presentado.

El hemisferio derecho no podía “hablar”, pero podía “ver” y dibujar el objeto con la mano izquierda. Cuando se les preguntó por qué habían realizado ese dibujo, los participantes comenzaban a confabular. Divagaban en enramadas justificaciones sin comprender –consciente o lingüísticamente– la causa de su decisión. En otro experimento, un participante dibujaba en forma compulsiva con su mano izquierda un sombrero de cowboy cada que se le presentaba la palabra *Texas* en su lado izquierdo, sin poder explicar el motivo.⁶

Por fortuna, hoy en día no es necesario realizar una callosotomía para investigar las propiedades de cada hemisferio. A través de un procedimiento conocido como “prueba de Wada” es posible inhibir temporalmente uno de los hemisferios cerebrales si se inyecta anestesia en una de las arterias principales que irrigan al cerebro (*carótida interna*). Esta prueba se utiliza previo a intervenciones quirúrgicas a fin de evaluar la lateralidad del lenguaje y la memoria.⁷

Sorprende el hecho de que la mayoría de las conexiones en el cuerpo calloso son inhibitorias. En otras palabras, su efecto primario es producir una inhibición funcional, evitar que el otro hemisferio intervenga. En contra del sentido común, mientras más grande y evolucionado sea el cerebro, menos conexiones interhemisféricas se observan entre sí. Algo parece indicar que la evolución cerebral se inclina por una especialización de los hemisferios, llevando a algunos a especular sobre mundo de dos conciencias.

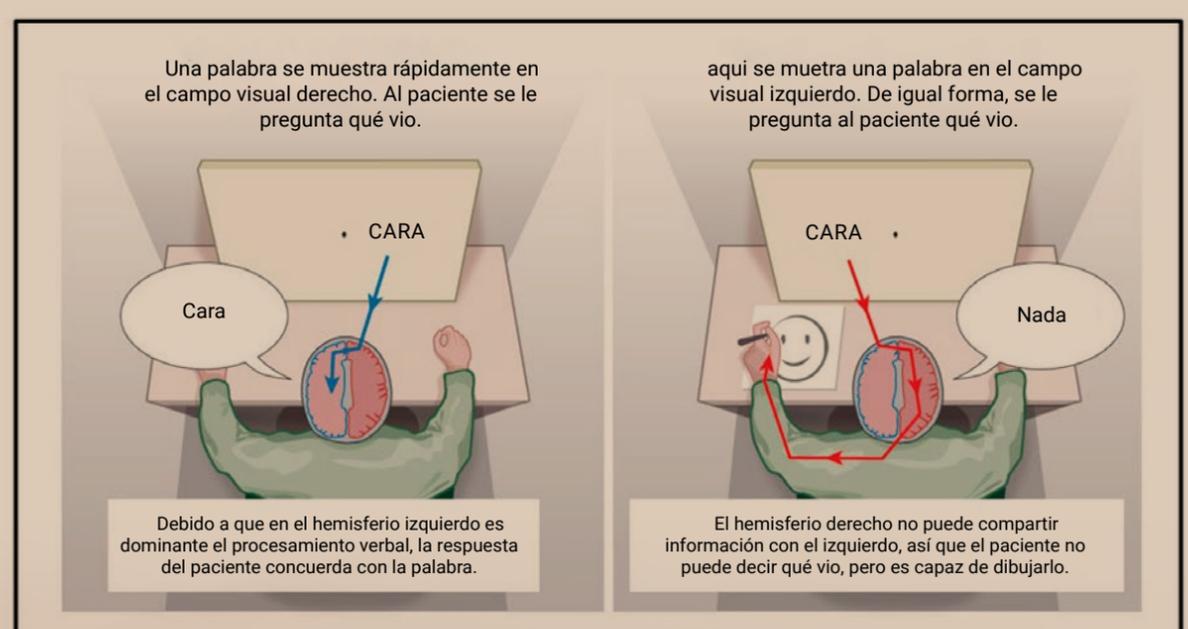


Fig 1. Experimento en pacientes con cerebro dividido. El hemisferio derecho no puede nombrar lo que ve, no obstante puede dibujarlo. (Wolman, 2012)¹¹



Este procedimiento ha resultado muy útil para desentrañar las funciones de cada hemisferio. Se ha podido corroborar que el hemisferio izquierdo suele tener un procesamiento de estímulos mucho más selectivo, focalizando su atención en los detalles y no en las generalidades de los objetos. Por el otro lado, el hemisferio derecho construye su mundo de forma más holística, integrando todas las partes en busca de generalidades que le permiten edificar abstracciones y procesar metáforas.⁸

Conforme mejoran nuestras herramientas de investigación surgen más estudios que postulan diferencias en el procesamiento entre ambos hemisferios. Estas abarcan desde la percepción del tiempo hasta la concepción del yo. Sin embargo, tales ejemplos no deben servir para sustentar una falsa dicotomía sobre la forma como opera el cerebro. Más que una guerra entre los dos hemisferios se trata de una cooperación para descifrar el mundo. La mayoría de los individuos con *cerebro dividido* recuperaron con el tiempo sus funciones gracias a que –en menor proporción– existen otras estructuras aparte del cuerpo calloso que interconectan ambos hemisferios. De alguna manera, esas dos (semi)conciencias tienden –a través de sus diferencias– a generar una unidad que llamamos realidad.

Conciencia compartida

Si la interacción entre dos hemisferios cerebrales genera una sola conciencia, ¿pueden dos individuos generar una sola experiencia consciente? Aunque la pregunta parece pertenecer al reino de la ciencia ficción, existe un caso que ha despertado especulación entre filósofos y neurocientíficos por igual: el de las hermanas Hogan.⁹ En el 2006 nacieron las gemelas siamesas Krista y Tatiana Hogan unidas a través del cráneo por una condición conocida como *craniopagus*. Estas gemelas comparten un tejido cerebral que conecta el tálamo de cada una de ellas (puente talámico).

El tálamo es una estructura indispensable del cerebro que integra la información que recibe del cuerpo y la transmite hacia la corteza cerebral. Entre sus diversas funciones destacan: análisis de las funciones sensitivas y motoras (percepción del dolor, control de movimientos),

mantenimiento de la atención, control de las emociones, formación de memoria. En pocas palabras, el tálamo es esencial para percibir el mundo y generar conciencia.

El caso de las gemelas Hogan es extraordinario porque parecen compartir experiencias. Si una hermana comía cátsup, la gemela reportaba disgusto. Si una de ellas sentía enojo, al poco tiempo la otra también. Si una de ellas se lastimaba tras una caída, ambas compartían el dolor. Cada gemela podía distinguir los estímulos presentados en la otra. Incluso reportaron poder comunicarse entre ellas sin necesidad de hablar.

Aunque la conexión neuronal entre las gemelas es suficiente para permitir que la información procesada en un cerebro se transmita al otro, esto nos dice poco sobre cómo se relacionan las experiencias conscientes de las hermanas. Existen tres posibilidades: (1) que las dos hermanas tengan una experiencia consciente unificada; (2) que las dos hermanas compartan parcialmente esa experiencia; o (3) que las hermanas tengan dos experiencias conscientes completamente separadas.

Conforme mejoran nuestras herramientas de investigación surgen más estudios que postulan diferencias en el procesamiento entre ambos hemisferios. Estas abarcan desde la percepción del tiempo hasta la concepción del yo. Sin embargo, tales ejemplos no deben servir para sustentar una falsa dicotomía sobre la forma como opera el cerebro.



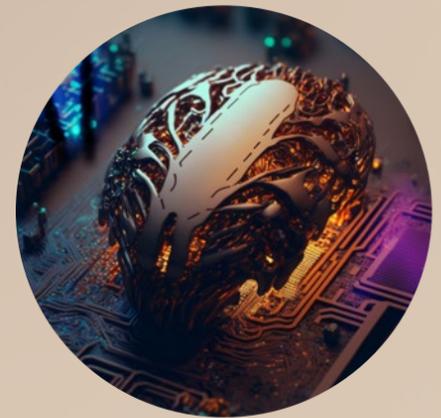
Tras algunos años de estudio, los padres de las gemelas se negaron a que continuaran las investigaciones, por lo que la mayoría de la evidencia es observacional y no se pueden trazar conclusiones contundentes. Sin embargo, al tener ambas gemelas acceso –al menos a nivel talámico– al procesamiento cerebral de la otra, es factible que siquiera una parte del contenido consciente de una contribuya a la experiencia consciente de la otra. Si bien podríamos argumentar también que el acceso a todo el procesamiento que tiene lugar en otro cerebro generaría una conciencia singular, esto ya es terreno especulativo y depende de la teoría sobre la conciencia de la que seas partidario.

En todo caso, la conciencia parece ser un proceso

dinámico de flujo de información. Casos como el de las hermanas Hogan o los pacientes post-callostomía representan una oportunidad única para investigar los mecanismos que la componen. Del mismo modo, abren nuevas interrogantes acerca de la conciencia como unidad y la posibilidad de ser compartida. Ante los avances tecnológicos en ramas como la inteligencia artificial y las interfaces cerebro-ordenador, aprender de estos casos resulta esencial para afrontar los dilemas éticos que se aproximan. Más importante, nos ayudan a comprender ese río de percepciones del que estamos hechos, ese ser lleno de contradicciones que, en palabras de Walt Whitman, *es vasto y contiene multitudes*.¹⁰



1. S. Knecht, B. Dräger, M. Deppe, L. Bobe, H. Lohmann, A. Flöel, E.-B. Ringelstein, H. Henningsen, Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans, *Brain*, Volume 123, Issue 12, December 2000, Pages 2512–2518
2. Crow TJ. Schizophrenia as the price that homo sapiens pays for language: a resolution of the central paradox in the origin of the species. *Brain Res Brain Res Rev.* 2000 Mar;31(2-3):118-29. doi: 10.1016/S0165-0173(99)00029-6. PMID: 10719140.
3. McGilchrist I. *The Master and his Emissary*. Yale University Press. 2009.
4. Vaddiparti A, Huang R, Blihar D, et al. The Evolution of Corpus Callosotomy for Epilepsy Management. *World Neurosurg.* 2021 Jan; 145:455-461.
5. Leinhard, DA. Roger Sperr's Split Brain Experiments (1959-1968). *Embryo Project Encyclopedia* (2017-12-2/7). ISSN: 1940-5030. Disponible en internet en: <https://embryo.asu.edu/handle/10776/13035>
6. Wolman, D. The split brain: A tale of two halves. *Nature* 483, 260–263 (2012).
7. de Haan, E.H.F., Corballis, P.M., Hillyard, S.A. et al. Split-Brain: What We Know Now and Why This is Important for Understanding Consciousness. *Neuropsychol Rev* 30, 224–233 (2020).
8. Castro-Macías, JI., Pérez-Reyes, SP, García-Cáez, R. et al: Tolerabilidad y efectos adversos del propofol en la prueba de Wada. *Revista de Neurología* 72(05): 141-156 (2021)
9. Kacirik, NA., Chiarello, C. Understanding metaphors: Is the right hemisphere uniquely involved? *Brain and Language* 100(2): 188-207 (2007)
10. Cochrane T. A case of shared consciousness. *Synthese.* 199: 1019-1037 (2021)
11. Walt Whitman. *Song of Myself*. Section 51. Recurso en internet: <https://iwp.uiowa.edu/whitmanweb/en/writings/song-of-myself/section-51>



***MARIO DE LA PIEDRA WALTER**
Médico por la Universidad La Salle
y neurocientífico por la Universidad
de Bremen. En la actualidad cursa su
residencia de neurología en Berlín,
Alemania.

El problema del neurosexismo

(O por qué creer que nuestros cerebros tienen género es una amenaza para la igualdad)

CARMINA DE LA LUZ*

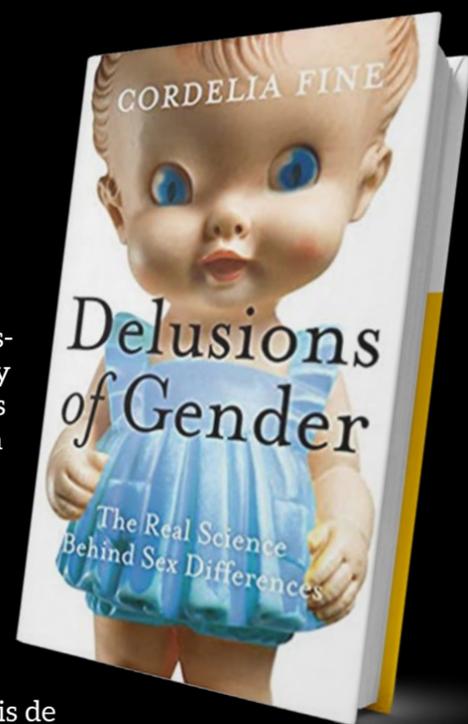
La ciencia no es pura y dura, tampoco es neutral. Como cualquier otra actividad humana, a menudo hereda las virtudes y los vicios de las personas que la hacen. El neurosexismo es muestra de ello.

Dicho término fue acuñado por la psicóloga Cordelia Fine para referirse a la práctica de afirmar que existen diferencias entre el cerebro femenino y el masculino, y que eso delimita habilidades propias de un sexo o del otro. El neurosexismo es, según su colega Gina Rippon, "cualquier investigación que asuma que las brechas de género pueden explicarse solo en función de características biológicamente determinadas, programadas, fijas e inevitables entre hombres y mujeres".

Por ejemplo, decir que "las mujeres estamos diseñadas para ser empáticas y escuchar a los demás", mientras que "los hombres son, de origen, buenos para orientarse y leer mapas" es neurosexista.

Fine –quien hoy en día es profesora de Historia y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Melbourne, Australia– comenzó a cuestionar tales creencias cuando se cruzó con un libro sobre crianza. Siendo madre, le pareció interesante que el texto planteara la hipótesis de que niños y niñas debían ser educados de manera distinta porque sus *cableados* cerebrales son distintos.

Sin embargo, al mirar los estudios que citaban los autores como evidencia, "me sorprendió lo mucho que estaban tergiversando los hallazgos neurocientíficos". Cordelia también notó que dichas interpretaciones forzadas han circulado en la sociedad por cientos de años.



● Imagen original: Cordelia Fine de Daniel Lende - <http://blogs.plos.org/neuroanthropology/files/2010/09/Cordelia-Fine.jpg>, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33515569>



Las cinco onzas faltantes

El estudio formal del cerebro se remonta al siglo XIX. Los incipientes neurocientíficos de la época usaban técnicas como rellenar con semillas de cebada los cráneos de gente fallecida hacía tiempo para calcular el peso y las dimensiones del órgano en vida. Así fue como se percataron de que, en promedio, el cerebro de las mujeres pesa cinco onzas (141 gramos) menos que el de los hombres y que es de 8 a 13 % más pequeño.

Ni lentos ni perezosos, los neurosexistas –que no necesariamente eran los mismos investigadores que realizaban esas mediciones– concluyeron que los datos eran razón suficiente para segregar a las mujeres y dejarlas las tareas que, en teoría, demandaban menos intelecto.

Entre sus filas estaba Gustave Le Bon, quien, dicho sea de paso, inspiró las ideas fascistas de Hitler. El polímata francés –alumno de Paul Broca, padre de la craneometría– afirmó que las mujeres representaban las formas más inferiores de evolución humana. En 1879 dijo:

“Hay algunas mujeres distinguidas, muy superiores al hombre medio, pero son tan excepcionales como el nacimiento de cualquier monstruosidad, como, por ejemplo, de un gorila con dos cabezas; en consecuencia, podemos ignorarlas por completo”.

El filósofo británico John Stuart Mill refutó el paradigma de las cinco onzas faltantes señalando que, de ser verdadero, la inteligencia de un elefante o una ballena “superaría prodigiosamente a la del ser humano”. John era, por cierto, marido de Harriet Taylor Mill, defensora de los derechos de las mujeres.

Ese *knockout* no detuvo al neurosexismo. Después de que la craneometría pasara de moda, llegaron los frenólogos, cuyas conjeturas se basaban en la talla relativa de las regiones cerebrales. Sugirieron cosas como que el lóbulo frontal era más importante para la inteligencia y que, casualmente, los hombres lo tienen más grande.



● Imagen original: **Gustave Le Bon**, Arnopeters - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18509016>



El estudio formal del cerebro se remonta al siglo XIX. Los incipientes neurocientíficos de la época usaban técnicas como rellenar con semillas de cebada los cráneos de gente fallecida hacía tiempo para calcular el peso y las dimensiones del órgano en vida.

Cuando se analizan a detalle esa clase de variaciones, sale a relucir que son diferencias de grupo. Su magnitud no es mayor que la que arroja una comparación entre uno y otro hombre o entre una y otra mujer. O sea, al final, el supuesto cerebro 'femenino' y el 'masculino' podrían ser distintos sencillamente porque todos los cerebros lo son.

Neurosexismo en nuestros días

Con el desarrollo de las neurociencias y de técnicas como la obtención de imágenes cerebrales por resonancia magnética funcional, uno creería que el neurosexismo es asunto del pasado. Nada más lejos de la realidad. Por el contrario, sus exponentes se han valido de la sofisticación de tales instrumentaciones para reforzar sus ideas preconcebidas.

En esencia eso es el neurosexismo, un sesgo de confirmación: la tendencia a buscar información que respalde los puntos de vista que ya tienen las personas. Un neurosexista contemporáneo diría "los hombres son agresivos y compiten por naturaleza, las mujeres nacen con la capacidad de ser amorosas y maternales; ¡vamos a constatarlo en una RMf!".

Pero ojo, no es neurosexista indagar en las posibles diferencias en los cerebros de hombres y mujeres. Para Cordelia Fine esa es una duda válida que podría ayudarnos a comprender más sobre las funciones y disfunciones del órgano más misterioso. Lo que muchas veces se vuelve neurosexista es precipitarnos en la traducción de los resultados.

Actualmente es común escuchar aseveraciones tan estigmatizantes como "dado que el cerebro masculino es menos asimétrico que el femenino, cuando un hombre dice 'no' no significa nada más. Pero cuando una mujer dice 'no' puede significar 'sí', 'quién sabe', 'tal vez'".

El neurosexismo amenaza a la igualdad. Para personajes con el perfil de Louann Brizendine y Simon Baron-Cohen (ambos catedráticos en importantes universidades y best sellers) es muy fácil salir a propagar su ideología de que, por naturaleza, los hombres son mejores para las matemáticas y las mujeres son excelentes cuidadoras.

Luego no es de extrañar que vengan sujetos no especializados en neurociencias -como el ex ingeniero de Google James Damore- a decir que: "Debido a causas biológicas, las mujeres ocupan escasamente puestos tecnológicos y de liderazgo".



● Imagen original: **Louann Brizendine**, Tom Photos - autor (http://www.tomwisephotos.com/Professional/portraits/Family-and-Adult/6412066_aDtVJ), CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7905184>

Con el desarrollo de las neurociencias y de técnicas como la obtención de imágenes cerebrales por resonancia magnética funcional, uno creería que el neurosexismo es asunto del pasado. Nada más lejos de la realidad.



● Imagen original: **Stephen Jay Gould**, de Wally McNamee - Original publication: UnknownImmediate source: First GIS result for "Stephen Jay Gould", Fair use, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=47842994>



● Imagen original: **Simon Baron-Cohen**, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16225596>

Mosaico cerebral

Stephen Jay Gould comentó una vez que “La ciencia es un ejercicio inferencial, no un catálogo de hechos. Los números, por sí mismos, no especifican nada. Todo depende de lo que hagas con ellos”.

El neurosexismo se ubica en el extremo opuesto de esa consigna, constituye un caso de mala ciencia. Su flojedad ha sido demostrada por la neurocientífica Daphna Joel. En 2015, ella y sus colaboradores plantearon que, de haber un cerebro femenino y uno masculino, sería posible observar imágenes por resonancia e inferir si pertenecen a un hombre o a una mujer.

Examinaron 1400 resonancias magnéticas, en las que midieron las 10 regiones cerebrales humanas con las mayores diferencias de sexo promedio. Al categorizarlas, encontraron que solo del 3 al 6 % de las personas eran consistentemente ‘femeninas’ o ‘masculinas’ para todas las estructuras. Todos los demás eran una especie de mosaico intersexual.

Por otro lado, en su propia búsqueda de respuestas, Cordelia Fine halló una gran cantidad de pruebas de que “nuestras mentes están exquisitamente sintonizadas con el entorno social y son sorprendentemente sensibles a los estereotipos de género”.

Un estudio que lo ilustra muy bien es el que Pilyoung Kim llevó a cabo en 2014. La profesora de la Universidad de Denver había reportado previamente que el cerebro de las mujeres cambiaba al convertirse en madres, pues las áreas relevantes para la crianza exhibían un aumento de conexiones neuronales.

En lugar de quedarse con la explicación simplista de “seguro es porque el cerebro femenino así está formado”, Pilyoung Kim fue más allá y se preguntó qué pasaba en los varones que fungían como el principal cuidador. Resultó que el cerebro de ellos también se amoldaba ante el reto de paternar.

Desde la perspectiva de Gina Rippon, este tipo de averiguaciones apuntan a que los cerebros reflejan la vida que han vivido, no el sexo (y mucho menos el género) de sus dueños. Una sociedad que insiste tanto en la diferencia de géneros producirá cerebros que difieren entre géneros.



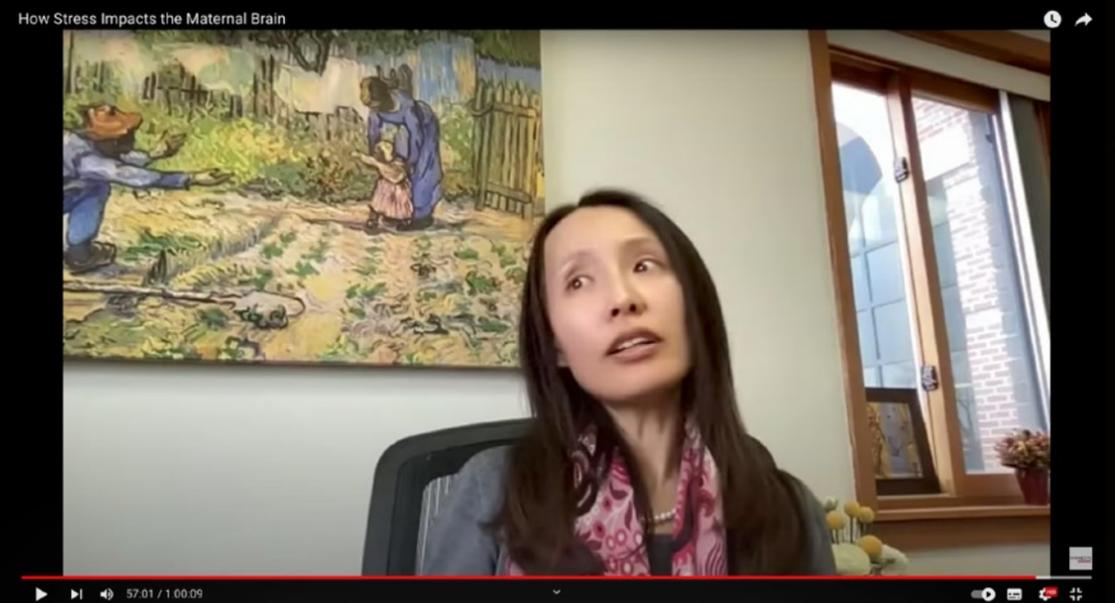
● Imagen original: **Gina Rippon**, de Slowking4 - <https://www.flickr.com/photos/73455099@N07/48782407322/>, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83848579>

*CARMINA DE LA LUZ

Periodista de ciencia, nominada en 2020 al Premio internacional Fetisov. Es fact-checker en Pictoline; colabora en Tec Review, en el noticiario televisivo NCC Iberoamérica y en SciDev. Ha sido becaria de la International Women's Media Foundation y de Climate Tracker.



● Imagen original: **Daphna Joel**, @TheInstituteOfArtAndIdeas, <https://www.youtube.com/watch?v=a11bgUvogh8>



● Imagen original: **Pilyoung Kim**, @WomensHealthResearchCluster, <https://www.youtube.com/watch?v=R8kfy6fX-R4>

PARA SABER MÁS SOBRE EL NEUROSEXISMO

- El libro de Cordelia Fine *Delusions of gender: how our minds, society, and neurosexism create difference* (2010).
- Esta entrevista que le hizo Julie Haire a Fine en 2020: <https://brainworldmagazine.com/how-our-minds-neurosexism-and-society-create-the-male-and-female-brain/>
- *The Gendered Brain* (2019), libro escrito por Gina Rippon.
- El ensayo de Stephen Jay Gould *Women's Brain*, incluido en su libro *The Panda's Thumb* y disponible en: <https://faculty.washington.edu/lyn-nhank/wbgould.pdf>
- *The subjection of women*, por John Stuart Mill. Se puede consultar en: <https://www.gutenberg.org/files/27083/27083-h/27083-h.htm>
- La columna *Bad science and the unisex brain*, de Lise Eliot para Nature.
- El estudio *Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic*, encabezado por Daphna Joel y publicado en PNAS.
- La investigación de Pilyoung Kim *Neural Plasticity in Fathers of Human Infants*, disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4144350/>

CIENCIA EN ESPAÑOL: PATRIMONIO Y DEUDA COMUNES

Versión del autor para *Mercurio Volante*, a partir de la conferencia plenaria pronunciada en el XVI Congreso de la Asociación de Academias de la Lengua Española, celebrado en Sevilla, en noviembre de 2019.

José Manuel Sánchez Ron

Hoy voy a hablar, señoras y señores, queridos amigos académicos de la Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE), de nosotros, los agraciados por la antigua, noble y trasparente lengua castellana. Están ustedes acostumbrados, lo sé, a que en ocasiones tan importantes y gratas como la que nos reúne estos días en Sevilla, dominen las presentaciones, discusiones y discursos protagonizados por escritores, gramáticos, filólogos, lexicógrafos, estudiosos varios de los muchos y apasionantes recovecos de la historia de nuestra lengua y su literatura. Buenos motivos hay para ello, y magníficos

representantes de esos mundos para disfrutar y aprender con sus exposiciones. Pero un idioma, cualquier idioma, lo sabemos todos, no conoce fronteras. Todo debe ser nombrado y articulado en sentencias que permitan dar rienda suelta a la más exclusiva característica de nuestra especie: el pensamiento simbólico, conceptual, que va más allá de la descripción de lo que alcanzamos a ver o experimentar más o menos directamente. Y la ciencia no constituye una excepción. Las academias que forman ASALE no están dedicadas a la ciencia, pero los contenidos de estas forman parte de sus, de nuestras, obligaciones, porque, repito, todo lo que construimos, inventamos



o imaginamos, todo lo que queremos describir y sobre lo que deseamos conversar, debe ser nombrado y articulado. No importa que se trate de fonemas o sintagmas, de sonetos o endecasílabos, de Don Quijote o del Capitán Alatriste, del maíz, el trigo o los tomates, de faldas o pantalones, de transistores, geometrías no euclidianas, genomas, códigos legales, manchetas periodísticas, ácidos acetilsalicílicos o desoxirribonucleicos, chips, bits, qubits, galaxias, exoplanetas o stents.

ASALE existe porque la lengua castellana, española, nos une, pero hoy quiero hablar de otro patrimonio común, el de la ciencia. Un patrimonio que forma parte de nuestra historia compartida, pero al que, como verán, no estamos haciendo todo el honor que deberíamos. Constituye una de nuestras deudas.

Pero antes de pasar revista a ese patrimonio común, permítanme decir unas palabras acerca de por qué es importante la ciencia.

La importancia de la ciencia

El 30 de mayo de 1906, el gran, y no siempre coherente, Miguel de Unamuno escribía una carta al no menos grande José Ortega y Gasset, en la que decía: “Y yo me voy sintiendo furiosamente antieuropeo. ¿Que ellos inventan cosas? ¡Invéntenlas! La luz eléctrica alumbraba aquí tan bien como donde se inventó. (Me felicito de haberseme ocurrido este aforismo tan ingenioso.) La ciencia sirve de un lado para facilitar la vida con sus aplicaciones y de otro de puerta para la sabiduría, ¿Y no hay otras puertas? ¿No tenemos nosotros otra?”

Estas sentencias, para mí nada ingeniosas y sí atrabiliariamente rancias, me recuerdan, aunque haya entre ellas diferencias, a algo que hace años escuché a un buen, y desde luego respetable, estudioso de la literatura hispana, de cuyo nombre me acuerdo perfectamente aunque me disculparán ustedes sino lo menciono. Dijo entonces esa persona: “España no puede sentirse inferior a ninguna otra nación, simplemente porque tuvo a Cervantes”. Yo respondí entonces, que no me sentía inferior a nadie pero que no podía mirar con semejante suficiencia a países que podían presumir de haber albergado a hombres de la talla de Copérnico, Galileo, Descartes, Leibniz, Newton, Linneo, Euler, Lavoisier, Darwin, Gauss, Faraday, Pasteur, Maxwell, Cantor, Rutherford, Einstein, Bohr, Heisenberg, Watson o Crick, club muy selecto al que solo Santiago Ramón y Cajal pertenece. Si Unamuno quería decir que bastaba con la “puerta” de la literatura, de nuestros grandes místicos, que no cuente con mi aquiescencia, ni con mi simpatía.



● Imagen original: Miguel de Unamuno (1902-09-30). Auto-retrato. Revista Ibérica (5): 1. ISSN 2173-0997., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56985339>

Tal vez Ortega tenía en mente la declaración unamuniana, ese, según Unamuno, “aforismo tan ingenioso”, cuando escribió en un artículo publicado en *El Imparcial* el 27 de julio de 1908: “Muchos años hace que se viene hablando en España de ‘europeización’, no hay palabra que considere más respetable y fecunda que ésta, ni la hay, en mi opinión, más acertada para formular el problema español”. Y añadía: “Europa = ciencia; todo lo demás es común con el resto del planeta”. Hoy, por supuesto, añadiríamos otras cosas, como que Europa es – querría o debería ser – democracia y ansias de Estados “del bienestar”, pero lo que no ha cambiado es que queremos ser no sólo europeos geográficamente, sino europeos que defienden los mejores valores de la Ilustración, entre los que la Ciencia figura prominente.

“Que inventen ellos” es, evidentemente, una posibilidad, pero con consecuencias harto sabidas. Consecuencias económicas principalmente, pues la ciencia hace mucho que es cuestión de Estado: la salud económica – y esto significa bienestar de la ciudadanía – se ve muy favorecida si existe una comunidad científica nacional que pueda competir con las de los países más avanzados. No todos los resultados de la investigación científica poseen, evidentemente, valor económico, pero es innegable que una buena parte de “la mano que mece la cuna” del progreso industrial-económico tiene mucho que ver con el avance de la ciencia.



● Imagen original: José Ortega y Gasset, <http://www.grandiletture.it/servlets/resources?resourceId=75510>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1539376>



Un patrimonio común

Y ahora, ya sí, paso a la ciencia como patrimonio común de los hispanohablantes.

Algunos, todavía hoy, 527 años después de un marinero de la pequeña flota comandada por Cristóbal Colón avistase tierra, la isla de Guanahani, que Colón bautizaría como San Salvador, insisten en mirar la acción española en América como una afrenta que aún espera ser satisfecha. Permítanme que les diga que este humilde orador que tienen en este momento delante de ustedes, trata de aprender de la historia, de los errores y aciertos del pasado, pero no se siente responsable de lo que sucedió hace cinco, cuatro o tres siglos. Más aún, sin olvidar lo que separó, prefiero centrar mi mirada en lo que unió. Y España y las naciones hispanoamericanas pueden, y creo que deben, presumir de algunos valiosos patrimonios comunes. No solo el que nos afanamos en resaltar, con, por supuesto, magníficas razones: el del hablar el mismo idioma. Este legado es, evidentemente, fundamental, un regalo que el descubrimiento y posterior colonización o conquista, como ustedes prefieran, nos hizo, dentro de tanto dolor y extrañamientos como se produjeron. Pero se trata de un regalo que recibimos sin esforzarnos – por algo se dice “lengua materna” –, y deberíamos intentar buscar otros puntos de unión. La ciencia, esa, como decía, “mano que mece la cuna” del desarrollo de la humanidad, es uno de esos puntos compartidos.



● Imagen original: http://bancroft.berkeley.edu/Exhibits/nativeamericans/lg25_1.html Bancroft Library | unknown Tlaxcalan artists

...sin olvidar lo que separó, prefiero centrar mi mirada en lo que unió. Y España y las naciones hispanoamericanas pueden, y creo que deben, presumir de algunos valiosos patrimonios comunes. No solo el que nos afanamos en resaltar, con, por supuesto, magníficas razones: el del hablar el mismo idioma. Este legado es, evidentemente, fundamental, un regalo que el descubrimiento y posterior colonización o conquista, como ustedes prefieran, nos hizo, dentro de tanto dolor y extrañamientos como se produjeron. Pero se trata de un regalo que recibimos sin esforzarnos – por algo se dice “lengua materna” –, y deberíamos intentar buscar otros puntos de unión.

Ese patrimonio científico común lo debemos entender como la consecuencia de una necesidad que impuso la expansión y colonización de América, para la que se requería utilizar un amplio conjunto de saberes y técnicas: geografía, cartografía, ingeniería civil, arquitectura, hidráulica... Fue imprescindible, en efecto, construir caminos, puentes, puertos y edificios de todo tipo (civiles y militares), medir terrenos, introducir técnicas agrícolas y ganaderas, explorar y explotar las posibilidades que ofrecían nuevas especies, animales y, sobre todo, vegetales, así como encontrar y explotar minas, de plata sobre todo. Desarrollar técnicas científicas para la medición de tierras, y por tanto una cartografía más precisa, constituyeron problemas de agrimensura que a raíz de la formación de las grandes propiedades territoriales se presentaron hacia finales del siglo XVI. La saturación que se presentó en México en ciertas áreas particularmente fértiles o aptas para la cría de ganado, y que originaba pleitos entre propietarios, fue otro acicate para estimular la búsqueda de soluciones científicas, y este problema fue común en otras partes de la América hispana, como en Perú o Nueva Granada. A la solución de este conflicto se dedicaron los mejores matemáticos, geógrafos y astrónomos hispanoamericanos de los siglos XVII y XVIII. “Casi no hay hombre de ciencia de estos dos siglos”, explicó Elías Trabulse, “que no haya empeñado parte de sus esfuerzos y de su tiempo en los menesteres de medición de tierras, en cálculos de ingeniería subterránea de minas, en trazar planos de pueblos y ciudades o en la confección de todo tipo de cartas particulares.”

Podría continuar citando ejemplos, pero lo importante, aquello que conviene señalar es que la ciencia y la tecnología estuvieron presentes, como necesidades insoslayables, en la América hispana. Más aún, plantearon problemas que requerían nuevas soluciones, como, por ejemplo, sucedió en el caso de la minería, cuya importancia fue extraordinaria para la economía no solo de la metrópoli, sino de todo el mundo, Europa y China a la cabeza. En este sentido, América representó un importante estímulo para el desarrollo de la ciencia y tecnología, española y europea, una circunstancia – vital para el avance científico-tecnológico – que no se ha resaltado con demasiada frecuencia en la historia de la ciencia.

Entre los muchos retos y oportunidades que significó la llegada de los españoles a América, uno de ellos, en absoluto minúsculo, fue el de conocer una naturaleza tan desconocida como exuberante. Por supuesto, ese conocimiento tenía aplicaciones prácticas como las que acabo de apuntar, pero no era posible ignorar la oportunidad de explorar un mundo biológico y geográfico completamente nuevo. El conocimiento de los seres vivos que se observaban a simple vista experimentó una importante transformación como consecuencia del descubrimiento de América. Las Indias Occidentales fueron una sorpresa para los españoles y las Orientales para los portugueses, y con ellos para los europeos que leyeron con avidez lo que de aquellas partes del mundo se contaba. Uno de los que más se distinguió en la inmensa tarea de explorar ese mundo, fue el jesuita José de Acosta, que escribió en su *Historia natural y moral de las Indias* (1590): “En las Indias todo es portentoso, todo es sorprendente, todo es distinto y en escala mayor que lo que existe en el Viejo Mundo.”

Comparando las respectivas aportaciones de Fernández de Oviedo y Acosta, John Elliot ha manifestado:

“En lo que respecta al medio ambiente, sólo quizá con José de Acosta, ya muy a finales del siglo XVI, se encuentra un intento profundo y sistemático de aprehender la extrañeza del mundo americano. Oviedo, aunque claramente consciente de la ‘novedad’ del Nuevo Mundo, había sido esencialmente un observador y un cronista a la manera de Plinio el Viejo, a menudo confundido por su incapacidad de comprender, pero que equiparaba lo conocido con lo desconocido siempre que era posible. Acosta, por el contrario, se esforzaba tanto por comprender como por explicar. A veces tenía una conciencia aguda de la diferencia entre América y Europa [...]”

La descripción y clasificación del medio natural americano era un reto intelectual para quienes, como Acosta, se preocupaban por las disparidades existentes entre lo que veían con sus propios ojos y lo que les había enseñado la cosmografía tradicional.”

HISTORIA NATURAL Y MORAL DE LAS INDIAS,

EN QUE SE TRATAN LAS COSAS
notables del cielo, y elementos, metales, plantas, y animales dellas: y los ritos, y ceremonias, leyes, y gouierno, y guerras de los Indios.

Compuesta por el Padre Ioseph de Acosta Religioso
de la Compañia de Iesus.

DIRIGIDA A LA SERENISSIMA
Infanta Doña Isabella Clara Eugenia de Austria.



CON PRIVILEGIO.

Impresso en Seuilla en casa de Iuan de Leon.

Año de 1590.

● Imagen original: https://wellcomeimages.org/indexplus/obf_images/2f/f8/38e23d5706cd80e882e2bca8ed55.jpg Gallery: <https://wellcomeimages.org/indexplus/image/L0001208.html>, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35859034>

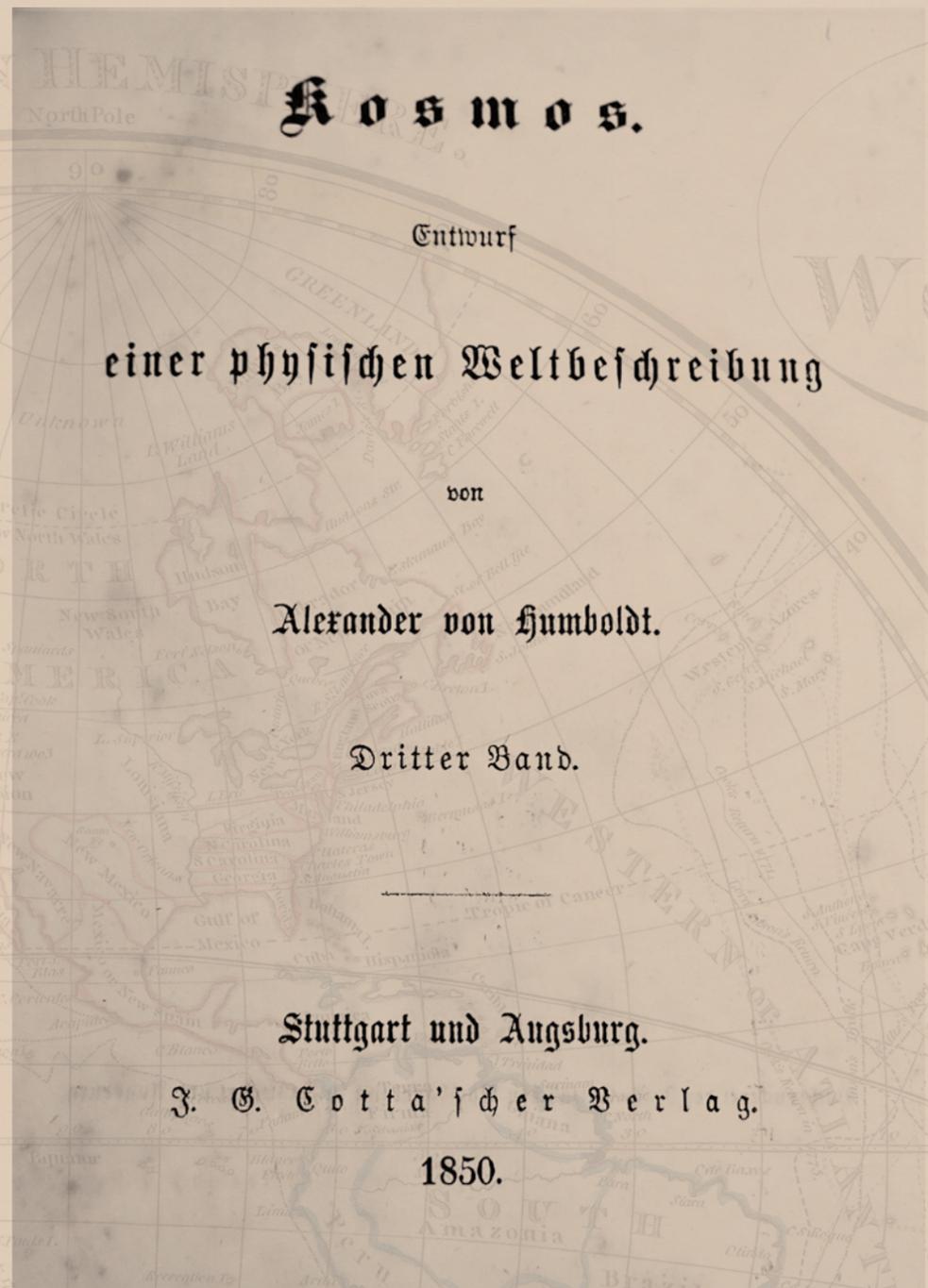
Entre los muchos retos y oportunidades que significó la llegada de los españoles a América, uno de ellos, en absoluto minúsculo, fue el de conocer una naturaleza tan desconocida como exuberante.



Por su parte, en *Kosmos* (1845-1862) Alexander von Humboldt tuvo muy en cuenta la obra de Acosta y de Gonzalo Fernández de Oviedo:

“El fundamento de lo que hoy se llama la física del globo, prescindiendo de las consideraciones matemáticas, se halla contenido en la obra del jesuita José de Acosta, titulada *Historia general y moral de las Indias*, así como en la de Gonzalo Fernández de Oviedo, que apareció veinte años después de la muerte de Colón. En ninguna otra época, desde la fundación de las sociedades, se ha ensanchado tan repentina y maravillosamente el círculo de las ideas, en lo que se refiere al mundo exterior y a las relaciones del espacio. Jamás se sintió con tanta vehemencia la necesidad de observar la naturaleza bajo latitudes diferentes y a diversos grados de altura sobre el nivel del mar, ni de multiplicar los medios en cuya virtud se la puede obligar a revelar sus secretos.”

Y qué les voy a decir de las exploraciones científicas. Comenzando por la que encabezó Francisco Hernández (1517-1587), que se desarrolló durante el reinado de Felipe II. Considerada como la primera expedición científica moderna, investigó la historia natural americana (mexicana) desde 1571 a 1577. El 24 de diciembre de 1569, Felipe II dio a Hernández una comisión por cinco años para ir a “las Indias”, con objeto de que escribiera la historia de “las cosas naturales” de dicho país. Más concretamente, fue nombrado “protomédico general de nuestras Indias, islas y tierra firme del mar Océano”, con órdenes “tocantes a la historia de las cosas naturales que habéis de hacer en aquellas partes”. La primera de tales órdenes era “en la primera flota que destos reinos partieron para la Nueva España os embarquéis y vais a aquella tierra primero que a otra ninguna de las dichas Indias, porque se tiene relación que en ella hay más cantidad de plantas e yerbas y otras semillas medicinales que en otra parte”. Más concretamente, lo que el rey pidió era que “os habéis de informar dondequiera que llegáredes de todos los médicos, cirujanos, herbolarios e indios e de otras personas curiosas en esta facultad y que os pareciere podrán entender y saber algo, y tomar relación generalmente de ellos de todas las yerbas, árboles y plantas medicinales que hubiere en la provincia donde os halláredes”. A la vista de estas manifestaciones, no parece, desde luego, que el interés del rey fuese que se obtuviesen beneficios para las colonias, ni necesariamente aportar nuevos conocimientos a la historia natural, aunque ambas cosas se consiguiesen subsidiariamente, más bien se trataba del habitual deseo de las metrópolis de lograr riquezas de sus colonias. Así es la historia.



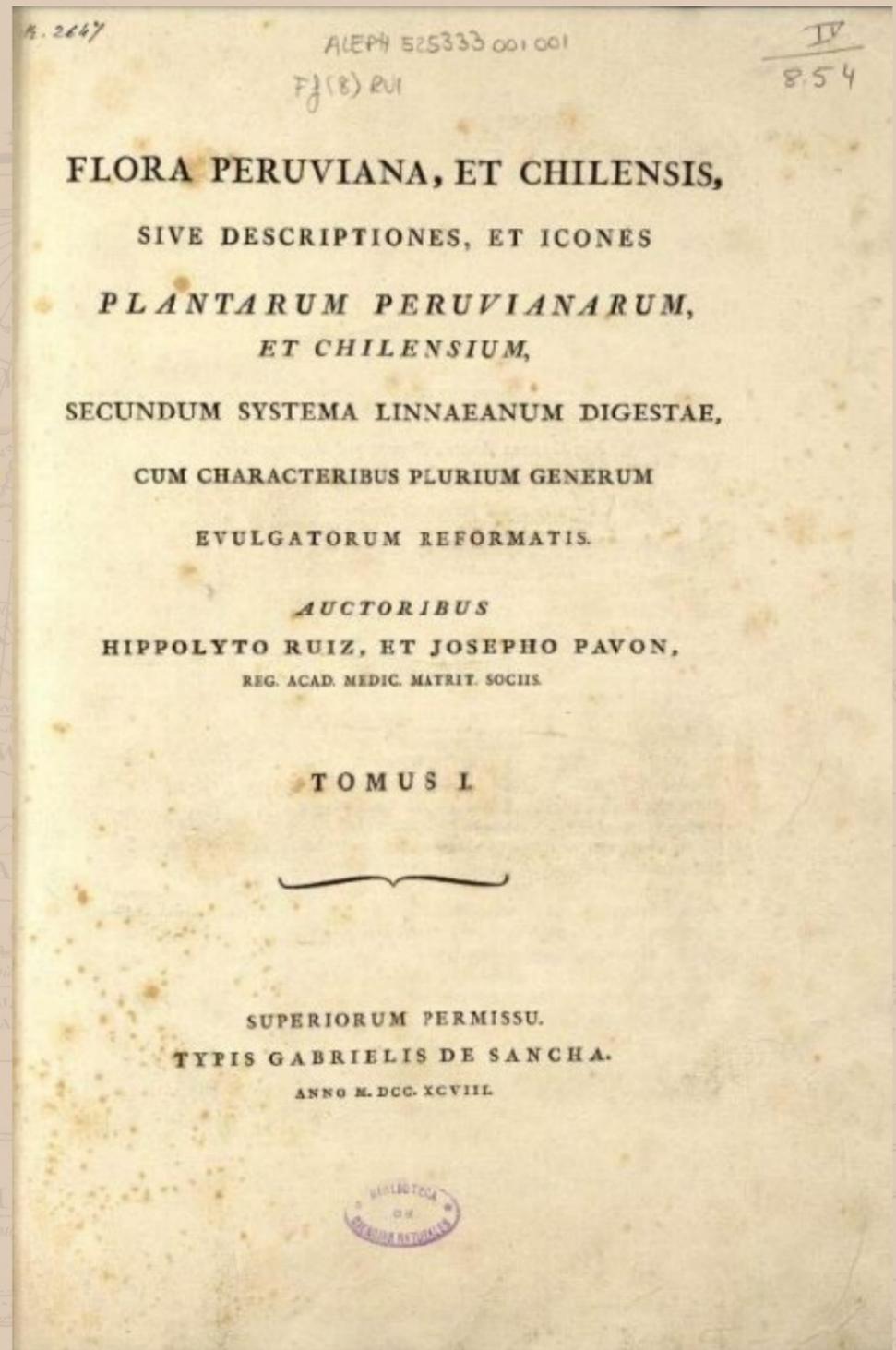
● Imagen original: HJunghans - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=97319794>

● Imagen original:
Francisco Hernández,
*Rerum medicarum Novae
Hispaniae thesaurus, seu
plantarum, animalium,
mineralium historia*,
Dominio público,
[https://commons.
wikimedia.org/w/index.
php?curid=1414826](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1414826)

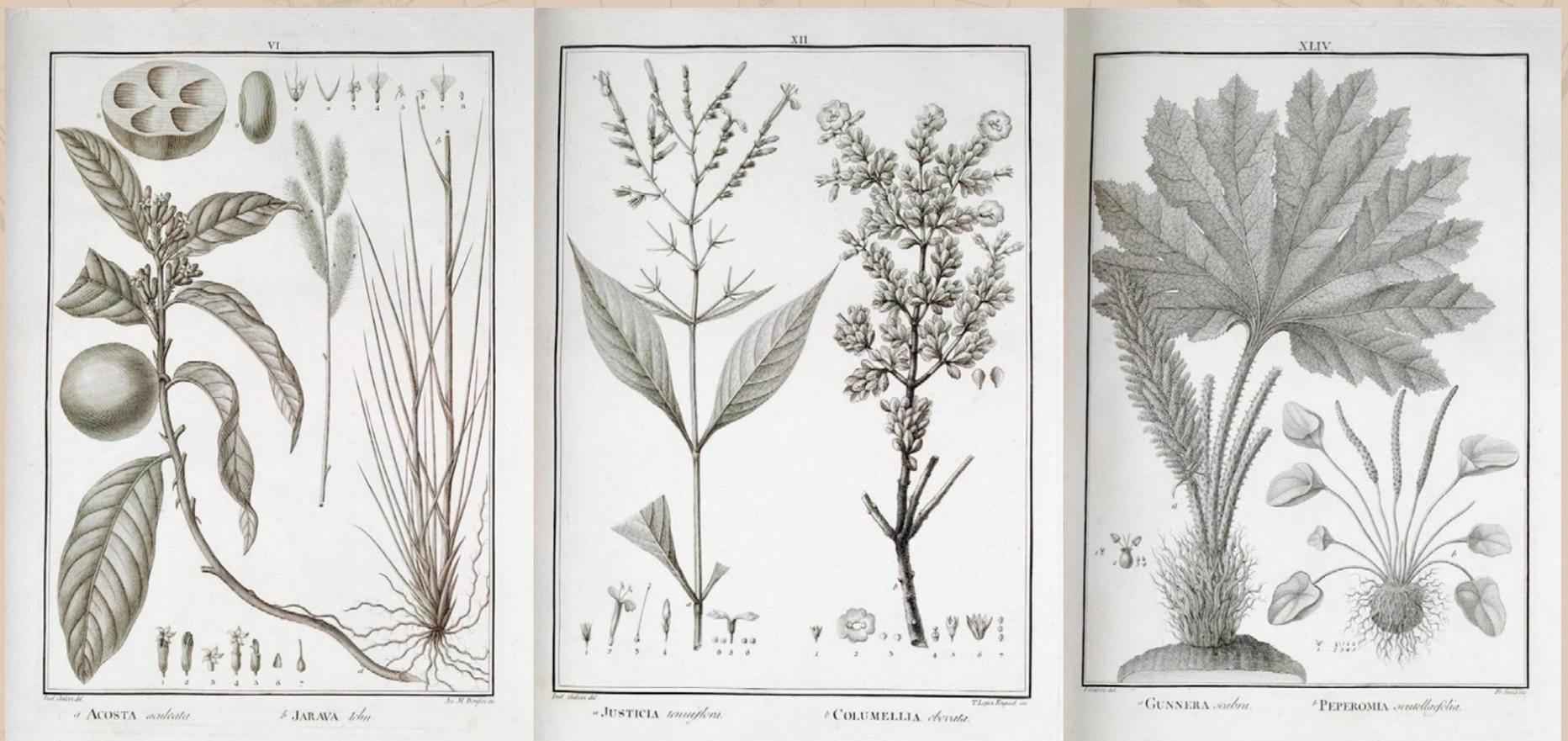


Hubo posteriormente otras expediciones científicas organizadas por España, en particular durante el siglo XVIII. Expediciones de diversa índole – marítimas, hidrográficas, cartográficas o naturalistas –, aunque sus fines continuaban siendo políticos. Expediciones como la dirigida por Alejandro Malaspina y José Bustamante, que no se limitó a América: entre 1789 y 1794 recorrió las costas, del norte al sur, de América, las islas Filipinas y Marianas, Nueva Zelanda y Australia. A lo largo de ese lustro, se llevaron a cabo estudios y observaciones muy diversas: geográficas, astronómicas, geodésicas, hidrográficas, botánicas, zoológicas, mineralógicas y antropológicas. Las ciencias naturales tienen deudas impagables con al menos otras tres grandes expediciones. La primera, la Real Expedición Botánica a Perú y Chile (1777-1778), dirigida por Hipólito Ruiz y José Pavón, que produjo la *Flora Peruviana et Chilensis*. La segunda, la Real Expedición Botánica a Nueva España (1787-1803), a cuya cabeza figuraron Martín de Sessé y José M. Mociño, que dio lugar a la formación del primer Gabinete de Historia Natural de México y el primer Jardín Botánico. Y la tercera la Real Expedición Botánica a Nueva Granada (1783-1808), organizada por José Celestino Mutis, que produjo una extraordinaria colección de láminas botánicas.

Mención especial se debe al gaditano José Celestino Mutis, a quien, con buenas razones se ha denominado “el padre de la ciencia colombiana”, Médico de profesión, Mutis – al que tan bien estudió nuestro añorado compañero académico colombiano Santiago Díaz Piedrahita – viajó al Nuevo Reino de Granada en 1760 como médico de Pedro Messía de la Cerda, que acababa de ser nombrado virrey de allí. En el territorio neogranadino descubrió una naturaleza exuberante que se dedicó a estudiar, en especial su flora, para lo cual organizó la citada gran expedición científica. Como a muchos otros antes y después que él (Charles Darwin, por ejemplo), Mutis podría haber escrito lo mismo que en uno de sus muchos artículos científicos hizo en 1823 Andrés Bello, quien sabía bien que la gramática solo resume y ayuda a codificar lo que es naturaleza y la vida:



● Imagen original: Biblioteca Digital del Real Jardín Botánico: <https://bibdigital.rjb.csic.es>



● Imagen original: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/674879#page/1/mode/1up>

Mutis desarrolló una gran actividad educativa en Santafé. En 1764 al asumir la cátedra de Física del Colegio del Rosario expuso las teorías de Copérnico, Galileo y Newton, lo que dio pie a que en 1788 se le acusase ante la Inquisición de propagar herejías (el 19 de diciembre de 1772, ya con 40 años, había sido ordenado sacerdote).

“No olvidemos la magnífica escena del Nuevo Mundo, aquellas cordilleras agigantadas, aquellos ríos inmensos, que arrastrando sus tumultuosas aguas, van a blanquear el océano. A su margen se extienden bosques dilatados, entretejidos de bejucos, que colgando de los árboles, como de los cables y cuerdas de una nave, forman verdes bóvedas y toldos florecidos impenetrables a los rayos del sol. Allí, durante el ardor del mediodía, vienen a refugiarse los guacamayos, los brillantes chupaflores, las paraulatas, remedadoras, los merlos de melodiosa voz; mil enjambres de insectos zumban cerca de las lagunas y ciénagas, en que van a bañarse las dantas y báquiras. El caimán se arrastra lentamente a las orillas de los grandes ríos, y el crótalo agita el cascabel de su cola entre las gramas; mientras el cóndor y el zamuro levantan el vuelo sobre la región de las nubes, y respiran, como el guanaco y la vicuña, el aire puro de las cumbres nevadas.”

Pero Mutis no se limitó a organizar aquella expedición, a descubrir nuevas especies vegetales – que tanto ayudaron a Linneo, con quien mantuvo correspondencia –, también desarrolló una gran actividad educativa en Santafé. En 1764 al asumir la cátedra de Física del Colegio del Rosario expuso las teorías de Copérnico, Galileo y Newton, lo que dio pie a que en 1788 se le acusase ante la Inquisición de propagar herejías (el 19 de diciembre de 1772, ya con 40 años, había sido ordenado sacerdote). Fue, asimismo, el principal promotor de la creación de una Sociedad Económica de Amigos del País y un defensor acérrimo de las virtudes de la quina, a la que dedicó un estudio que vio la luz después de su muerte: *El arcano de la quina* (1828).

Un punto importante es que, aunque no fue su intención preparar líderes políticos, algunos de los que promovieron las ideas independentistas se formaron a la sombra de sus enseñanzas, actividades e instituciones que creó. Tal fue el caso de Antonio Nariño, Sinforoso Mutis, Francisco Antonio Zea o, el más distinguido de todos, el astrónomo y físico, botánico, geodesta y otras cosas más, Francisco José de Caldas.

Escaso de educación científica, autodidacta con el entusiasmo que atesoran los que nada o poco tienen pero que desean el cielo, para Caldas, Mutis fue como un ángel caído de ese cielo que soñaba. Les citaré el inicio de la primera carta, fechada el 5 de agosto de 1801 desde Popayán, que Caldas escribió a Mutis:

“Señor doctor don José Celestino Mutis.

Muy señor mío de toda estimación: recibí la primera carta de usted, ¿pero qué carta? Dos buenos tubos de barómetro y las obras maestras de Linneo. Este modo de escribir es singular y nuevo: es en un idioma que lo entienden las naciones más bárbaras y que no usan sino las almas generosas. Confieso que estoy tan asombrado como reconocido. No puedo admirar bastante que un hombre del mérito de usted haya acogido a favorablemente un rasgo que remití a mis amigos, que desee escribirme, que sienta no haberme conocido, que comience a protegerme sin saberlo yo mismo y me dé libros e instrumento.”

Por su participación en las luchas por la independencia de Colombia, José Caldas fue fusilado el 29 de octubre de 1816 en Santafé de Bogotá. Dos días antes había solicitado clemencia al gobernador colonial. En su carta manifestaba: “Toda mi vida la he consumido, señor, en cultivar la astronomía aplicada a la geografía y la navegación, a la física y a la historia natural; comencé a persuadirme que había acertado en esta carrera espionosa cuando vi el aprecio que hicieron de mis trabajos el señor don José Celestino Mutis y el Barón de Humboldt, y comenzaron a dispensarme su protección y favores.” Unos dicen que el presidente del tribunal que lo juzgó, otros que fue el militar que dirigió el ajusticiamiento, manifestó: “¡España no necesita sabios!”



No solo nos ha unido lo bueno, el entusiasmo y el ansia de saber. También sucesos como guerras o ajusticiamientos como el del buen Caldas, quien el 5 de mayo de 1813, desde Cartagena, esto es algo más de tres años antes de aquel fatal día, había escrito, a Benedicto Domínguez y Francisco Urquinaona, unas palabras cuyo profundo significado debería estar grabado a fuego – que no a sangre como en aquel caso – en la memoria de nuestros pueblos:

“Haga usted servicio a la posteridad y aplíquese seriamente a la ciencia de Casini, Kepler, Copérnico y Newton [...] continúe lo que yo he comenzado y sostenga por esfuerzos generosos y repetidos el honor de ese establecimiento [el Observatorio Astronómico de Bogotá], que hace más para la gloria de su Patria que esos ejércitos, esos plumajes, esas banderas, esos escudos insensatos, necios, vanos y pueriles. Sí, miremos en adelante como tales todos los trabajos que no se dirijan a formar el corazón, y a cultivar las ciencias que eleven, ennoblezcan ensanchen y perfeccionen nuestro espíritu dándonos una idea alta, grandiosa, infinita del Ser Creador.”

El valor de los actos de homenaje, de recuerdo o de contrición es relativo. No podemos recuperar el pasado, ni deshacer, si es que hubiera sido necesario, lo que ya se hizo, pero aun así merece la pena hacerlos. Acaso con ellos, los que vienen después encuentren en ellos, en tales homenajes, ejemplos que seguir o que aborrecer. El 12 de octubre de 1924, la *Gaceta de Madrid* publicaba un Real Decreto en el que se dictaran las disposiciones para que en el vestíbulo de la Biblioteca Nacional de España se colocara una lápida en honor de Caldas. Alfonso XIII inauguró esa placa en 1925. Se encuentra junto a la estatua de Marcelino Menéndez Pelayo, quien había reclamado que España debía a Caldas un monumento expiatorio, que preside el vestíbulo de la Biblioteca. La mayoría pasan, pasamos, a su lado sin darnos cuenta de su existencia, pero su significado es profundo. Dice: “Perpetuo desagravio de la madre patria a la memoria del inmortal granadino Francisco José de Caldas”

Fueron muchos los científicos que habían trabajado en las colonias hispanas los que se afiliaron a las filas de los insurgentes, contribuyendo con su sangre, su pensamiento y sus escritos a cimentar el origen de las nuevas naciones.



● Imagen original: Xilografía de Francisco José de Caldas, botánico, naturalista y geógrafo colombiano. Tomada de *Papel Periódico Ilustrado*. De Rodríguez - <http://www.lablaua.org/blaavirtual/historia/atlasbog/papel/pg110.htm>, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6926492>

Pero dejemos a Caldas. Simplemente diré que fueron muchos los científicos que habían trabajado en las colonias hispanas los que se afiliaron a las filas de los insurgentes, contribuyendo con su sangre, su pensamiento y sus escritos a cimentar el origen de las nuevas naciones. Uno de los que contribuyeron al establecimiento de las naciones americanas fue el madrileño Andrés Manuel del Río (1764-1849). Formado en química analítica y metalurgia en la Escuela de Minería de Almadén, en Francia, Hungría y Alemania, donde estudió en Freiberg con el gran Abraham Gottlob Werner, cuando en 1792 se inauguró el Real Seminario de Minería de Nueva España, Del Río fue comisionado para ocupar la cátedra de Química y Mineralogía de aquella institución, que dirigía nada menos que Fausto Elhúyar, quien junto a su hermano Juan José había descubierto el wolframio: anunciaron el descubrimiento el 28 de septiembre de 1783 ante las Juntas Generales de la Real Sociedad Bascongada, en la que entonces trabajaban.

En 1801, mientras examinaba minerales procedentes de Zimapán, Del Río concluyó que había descubierto un nuevo elemento químico, al que primero llamó “pancromio”, por la diversidad de colores que presentaba, aunque luego optó por “eritronio”, al constatar que al calentarse su color se tornaba rojo (*eritros* es “rojo” en griego). Posteriormente fue denominado vanadio.



● Cristales de vanadinita roja

En 1795, Del Río publicó una obra, *Elementos de orictognosia o del conocimiento de los fósiles, según el sistema de Berzelio, y según los principios de Abraham Gottlob Werner. Parte práctica: con la sinonimia inglesa, alemana y francesa, para uso del Seminario Nacional de Minería de México*, de la que Alexander von Humboldt escribió: “es en México en donde se ha impreso la mejor obra mineralógica que posee la literatura española, los *Elementos de Orictognosia*,” Fue, en cualquier caso el primer libro de mineralogía escrito en América.

Dan idea del apego que Andrés Manuel del Río desarrolló para su nueva patria americana, las últimas frases del “Prólogo” que abrió su libro:

“Conocedor por experiencia de la feliz disposición de la juventud mexicana para el estudio de estas ciencias, quiero en el último tercio de mi vida consagrarle el escaso producto de mis afanes. Dichoso mil veces si puedo algún día ser útil a un país que he habitado treinta y cinco años, recibiendo todo género de distinciones. Si el obsequio no es proporcionado al noble objeto que me propongo, acreditará por lo menos que aspiro a manifestar, del único modo que me es dado, mi agradecimiento a los distinguidos favores con que me han honrado los Mexicanos: mí solo mérito es ser reconocido.”

Del Río fue diputado en las Cortes españolas de 1820. Había sido elegido diputado por la División Administrativa del Virreinato de Nueva España, Distrito de México, el 17 de septiembre de 1820, se dio de alta el 18 de mayo de 1821, juró el cargo dos días después, y causó baja el 14 de febrero de 1821. En el registro del Congreso de los Diputados aparece como de profesión “regidor del Ayuntamiento de México”. Allí abogó por la secesión de Nueva España.

No solo son el wolframio y el vanadio los únicos elementos de los 118 que forman la tabla periódica de los elementos que están ligados a la historia de España e Hispanoamérica. Hay un tercero, que como el vanadio se identificó en América: el platino. En el libro VI, cap. 10, vol. 2, de su *Relación histórica del viaje a la América meridional*, Antonio de Ulloa y Jorge Juan dicen haber encontrado en 1748, en las arenas del Río Pinto en Colombia, “una piedra de tanta resistencia, que no es fácil romperla, ni desmenuzarla con la fuerza del golpe sobre yunque de acero”. Es la primera referencia al “platino” – platina entonces – como mineral nuevo.



● Imagen original: Andrés Manuel del Río, pintura de Rafael Ximeno y Planes - Colección de la Facultad de Ingeniería de la UNAM., Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=98216749>



● Fluorita de cuarzo mineral de wolframita



● Imagen original: Platino Rob Lavinsky, iRocks.com – CC-BY-SA-3.0, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10419486>

Unidos por los alimentos

Los minerales proporcionaron riqueza a la metrópoli, a España, condicionando no poco de su destino, me atrevo a decir que acaso para peor, como si fuese un castigo divino. Pero hubo otros tesoros en el Nuevo Mundo que unieron a los dos lados del Atlántico, y no solo a la península ibérica: los frutos de la naturaleza. Una de las consecuencias más importantes (para España y Europa) del descubrimiento de América fue el hallazgo en tierras americanas de productos naturales como la patata, el tomate, el maíz, la coca, el aguacate, el cacahuete, el cacao, la guayaba, el tabaco o la yuca, que terminaron llegando a España y de ahí al resto de Europa. Estos alimentos se instalaron en nuestras cocinas - y subsidiariamente en nuestros estómagos -, en los catálogos botánicos y también en nuestro idioma. Bastarán unos pocos ejemplos para mostrar el origen americano de términos tan familiares para los castellanohablantes como cacahuete, que procede del náhuatl *cacáhuatl*, maíz (del taíno, *mahís*) o tomate (del náhuatl, *tomatl*). No solo fueron, evidentemente, plantas (o árboles, como el de caucho o el de la quina) las únicas entidades vivas descubiertas en América, también lo fueron animales: caimanes, cóndores, guacamayos, llamas, iguanas, pumas, tucanes o vicuñas, cuyos nombres castellanos delatan sus orígenes; tucán, del tupí-guaraní, *tuká*, *tukana*, vicuña, del quechua, *vicunna*...

Quiero aprovechar esta circunstancia para ofrecer un pequeño homenaje, el del recuerdo, al maestro, recientemente desaparecido, Miguel León-Portilla, quien en su discurso de ingreso (*Los maestros prehispánicos de la palabra*) en la Academia Mexicana de la Lengua, allá en 1962, señalaba:

“Nuestra habla castellana, que ya en la misma península había enriquecido su herencia latina con incontables elementos de origen hebraico, germánico y árabe, para solo mencionar los principales, al difundirse por el Nuevo Mundo se mestizó una vez más. Hizo aquí suyas centenares de voces indígenas, para expresar con matices propios el pensamiento y las vivencias de la gente de estas tierras.”

He dicho antes “patata”, y en este punto me viene a la memoria un poema de Pablo Neruda, que no es necesario explicar: “Oda a la papa”, cuyos primeros versos rezan:

“Papa
te llamas
papa
y no patata,
no naciste castellana:
eres oscura
como/ nuestra piel,
somos americanos,
papa,
somos indios.”



Sí el Viejo Mundo recibió semejantes regalos, al Nuevo llegaron otros no menos valiosos. A la cabeza de ellos el trigo, pero también la cebada, el arroz, o legumbres como garbanzos, lentejas y habas. Hasta la llegada de los españoles, la yuca desempeñaba un papel muy importante en la dieta de los habitantes de las Antillas y las zonas tropicales, semejante al maíz en Mesoamérica. En el diario de su primer viaje, Colón se refirió a unas raíces que eran labradas en las islas y de las que hacían su pan los indios. Era la yuca, “el pan de los indios”. Se podría decir que “la agricultura se hizo viajera”.



● Imagen original: Miguel León-Portilla, Gobierno CDMX - IMG_0022, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7528661>

Unidos por los exilios

Las independencias separaron a España de las nuevas naciones americanas, pero compartir el mismo idioma ha constituido desde entonces un puente sólido por el que incontables españoles e hispanoamericanos han transitado cuando tuvieron necesidad. España, América, como lugares de acogida, ya haya sido por motivos políticos o laborales. Quiero recordar hoy, con agradecimiento, uno de esos tránsitos: el que llevó a Hispanoamérica a muchos españoles, extrañados de su patria por los vencedores de una incivil guerra, aunque hubo otros, menos, no se debe olvidar, que no quisieron participar de aquella contienda y se exiliaron cuando las armas comenzaron a vomitar su alimento de fuego, rencor y muerte, científicos como el ingeniero, matemático y físico Esteban Terradas, quien se instaló en Argentina entre 1936 y 1941. Cuando regresó a España reclamado por el régimen del general Franco, Terradas envió en mayo de 1943 una carta al ingeniero argentino Julio Zucker, y que sirve bien para expresar cómo fueron recibidos aquellos españoles en las patrias hispanoamericanas:

“Yo me consideraba tan argentino como cualquiera de Uds., jamás me hallé extranjero y nunca podré pagar mi deuda con Argentina [...] A todos envió mi abrazo, el abrazo del desterrado, como casi reza mi apellido. Desterrado en su patria con nostalgia de la patria aquella que al acogerle le trató con hidalga y noble cortesía, le otorgó distinciones y honores al recibirlo, náufrago de la guerra civil [...]

De no haber sido por los imperativos de Familia y Patria dolorida, jamás hubiera dejado esta tierra hospitalaria.”

Pero lo que quiero recordar sobre todo, como ejemplo significativo, es una revista que fundó un grupo de los científicos españoles que se vieron obligados a expatriarse, una revista – se bautizó con el nombre de *Ciencia* – que les uniera, que les hiciera presentes como colectivo, pero que al mismo tiempo sirviera a los países hispanoamericanos en los que la gran mayoría se instalaron y con los que compartían idioma. Sirvió como director el entomólogo, director del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, presidente de la Junta para Ampliación de Estudios, Ignacio Bolívar. El Consejo de Redacción estaba formado por 72 personas, españoles e hispanoamericanos. En la “Presentación”, firmada en México por Ignacio Bolívar el 15 de febrero de 1940, se lee:

“La revista *Ciencia*, que hoy aparece en el estadio de la prensa científica, tiene por finalidad primordial difundir el conocimiento de las Ciencias físico-naturales y exactas y sus múltiples aplicaciones, por considerarlas como una de las principales bases de la cultura pública, para lo que procurará, por todos los medios a su alcance, aumentar el interés hacia su estudio en los países hispano-americanos [...]

Contribuirá también a elevar el nivel de la cultura pública, en cuanto a lo relacionado con las Ciencias físico-naturales, exponiendo, en lenguaje para todos comprensible, el estado de los problemas de general interés que toda persona ilustrada debe conocer.”

El último número de *Ciencia* apareció en diciembre de 1975 (volumen XXIX), cuando un nuevo régimen político, uno de libertades, alumbraba en España. La dirigía entonces Cándido Bolívar, hijo de don Ignacio, y abrió el número un “Editorial” que abordaba una cuestión tan vigente hoy – para los científicos cuya lengua materna es el español – como entonces. Trataba de “El lenguaje de la ciencia” y contenía pasajes como los siguientes:

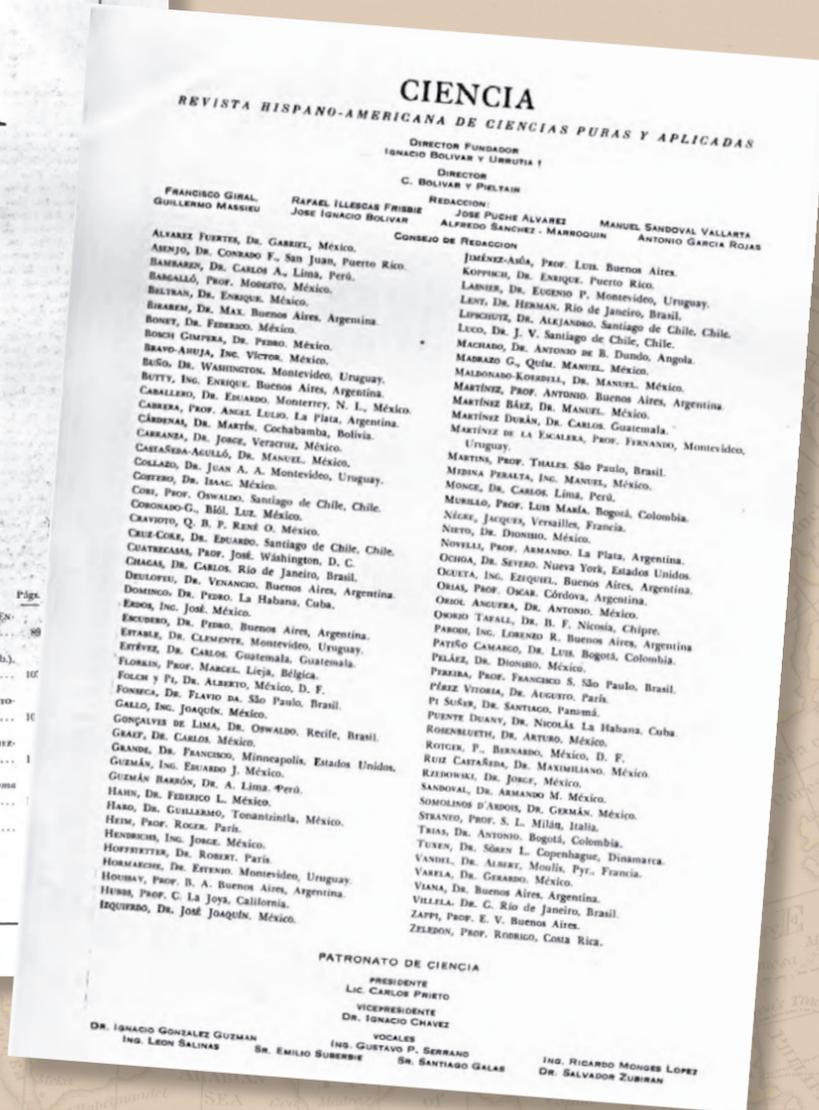
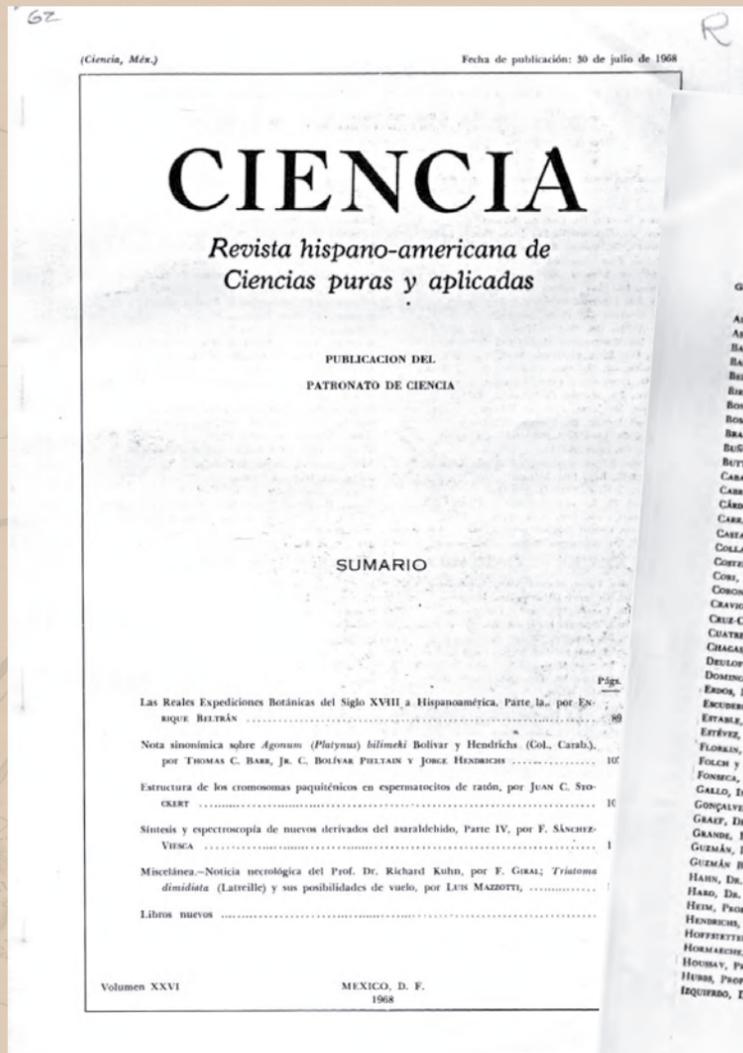
“Se ha dicho que no existen pueblos bilingües y en los que parecen ser tales, uno de los dos lenguajes es el único verdadero. Es evidente que la superposición de un idioma sobre cualquier otro, acorta su valor expresivo, desfigura los conceptos y acaba por anularlo. Esta situación se agrava en el lenguaje científico al añadir los galimatías de las siglas, pues lo convierte en una jerigonza insoportable.



● Imagen original: Esteban Terradas, fotografía de autor desconocido - *Ciència i Tècnica als Països Catalans*. ISBN:84-7583-441-8, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36321713>



● Imagen original: Ignacio Bolívar. Foto: Universidad Autónoma de Madrid - Eugenio Morales Agacino's Photographic Archive. Via Eugenio Morales Agacino's Virtual Exhibition., CC BY-SA 3.0 es, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6646643>



Un repaso a la lista de los Premios Nobel de Ciencias (Física, Química, Medicina o Fisiología) muestra tanto que no somos incapaces como que no nos hemos distinguido lo que nuestra antigua historia exigiría. Los nobeles que tuvieron como lengua materna el castellano son: Santiago Ramón y Cajal (Medicina, 1906), Bernardo Houssay (Medicina, 1947; argentino), Severo Ochoa (Medicina, 1959; español), Luis Federico Leloir (Química, 1970; argentino), Baruj Benecerraf (Medicina, 1980; venezolano), César Milstein (Medicina, 1984, argentino) y Mario J. Molina (Química, 1995; mexicano).

¿Cuál pudiera ser la solución viable? Proponemos la siguiente: Escribir con la mayor concisión posible en el idioma nacional de cada país; tomar en cuenta las aportaciones publicadas en los otros, para evitar repeticiones inútiles. Agregar un resumen de los conceptos y de los resultados concretos en los idiomas de mayor aceptación. Unificar el uso de las siglas y de las unidades de medida y aclarar su significado al comienzo de las comunicaciones. Ampliar el uso de gráficas, fórmulas y símbolos matemáticos.

Y como colofón añadiremos que el mérito de un trabajo científico no depende del idioma en que aparezca escrito, sino de su contenido y de su veracidad."

El problema que abordó Cándido Bolívar es hoy más agudo que entonces. Pero no les voy a hablar de lo que significa para el español la hegemonía del inglés, con la invasión de anglicismos que origina, especialmente en ciencia. Sí que en alguna medida esa invasión se ve propiciada por otra de las características que los unen a los países de las naciones hispanohablantes, una característica que constituye una deuda pendiente: que no hemos producido la suficiente ciencia original. Si la hubiésemos producido, tal vez el español tendría otra presencia en el panorama científico internacional. El caso de Santiago Ramón y Cajal, así lo sugiere la carta que Albert Kölliker, el principal histólogo de la época, escribió a Cajal desde Wurzburg el 29 de mayo de 1893:

"Mi querido amigo:

En primer lugar, le expreso mi más vivo agradecimiento por el envío de su grande y bella obra sobre la retina, que hace innecesarias otras observaciones. Le quedaré muy agradecido si me envía algunas de sus preparaciones, que muestren los aspectos principales. *Le devolveré*

estas preparaciones, ya que no quiero privarlo de sus materiales de estudio.

En cuanto al trabajo sobre el asta de Ammon que me anuncia, *estoy dispuesto a traducirlo del español al alemán*, ya que he aprendido bastante bien su idioma, por la necesidad de estudiar sus memorias. Solamente le ruego que encargue copiar su manuscrito a una persona que tenga una letra clara, porque me resulta bastante difícil leer la suya."

Tal vez alguien piense que la ciencia es un cuerpo extraño para nosotros, que solo excepciones como Cajal se saltan esa, supuesta, regla genética. Nada más lejos de la realidad. No existen limitaciones para contribuir a la ciencia debidas a raza, lengua o sexo. Otras son las razones si alguno de estos, u otros, grupos no han contribuido lo suficiente al avance de la ciencia. En lo que se refiere a nosotros, las naciones de ASALE, un repaso a la lista de los Premios Nobel de Ciencias (Física, Química, Medicina o Fisiología) muestra tanto que no somos incapaces como que no nos hemos distinguido lo que nuestra antigua historia exigiría. Los nobeles que tuvieron como lengua materna el castellano son: Santiago Ramón y Cajal (Medicina, 1906), Bernardo Houssay (Medicina, 1947; argentino), Severo Ochoa (Medicina, 1959; español), Luis Federico Leloir (Química, 1970; argentino), Baruj Benecerraf (Medicina, 1980; venezolano), César Milstein (Medicina, 1984, argentino) y Mario J. Molina (Química, 1995; mexicano). Siete en total; no muchos, y además en realidad la cifra es engañosa: Ochoa, Leloir, Benecerraf y Molina obtuvieron el galardón por trabajos realizados en Estados Unidos, país cuya nacionalidad adoptaron, salvo Leloir; y las investigaciones de Milstein se llevaron a cabo en Inglaterra, nación de la que terminó siendo súbdito.

Los hijos de España e Hispanoamérica son, como vemos, capaces de logros originales y notables en ciencia, pero suelen conseguirlos como exiliados científicos de sus patrias de origen. E incluso en uno de los dos únicos casos que permanecieron en sus patrias, el de Houssay, este tuvo dificultades, que llevaron a Federico Leloir a abandonar Argentina. En palabras de Severo Ochoa: "En 1943 varios de los discípulos y colaboradores de Houssay, infatigable luchador por la libertad y la dignidad universitarias, dimitieron de sus puestos en protesta contra la destitución de aquél como profesor de Fisiología y director del Instituto de Fisiología Experimental de la Universidad de Buenos Aires. Leloir se trasladó entonces a los Estados Unidos trabajando en la Columbia University de Nueva York [...] y más tarde, en la Washington University en Saint Louis."

Frente a esos siete nobeles de Ciencias, once han obtenido el Nobel de Literatura escribiendo en nuestra lengua, y cinco el de la Paz. De la Paz, para ciudadanos de naciones que tantas asonadas y regímenes dictatoriales padecieron (acaso por eso mismo valoremos - algunos al menos - tanto la paz). No veamos, eso sí, inferioridades "raciales" sino de medios y de culturas.

"Hay que crear ciencia original, en todos los órdenes del pensamiento: filosofía, matemáticas, química, biología, sociología, etcétera", escribió Cajal en un artículo, "La media ciencia causa de ruina", que publicó en 1898. "Tras la ciencia original", añadía, "vendrá la aplicación industrial de los principios científicos, pues siempre brota al lado del hecho nuevo la explotación del mismo, es decir la aplicación al aumento y a la comodidad de la vida. Al fin, el fruto de la ciencia aplicada a todos los órdenes de la actividad humana, es la riqueza, el bienestar, el aumento de la población y la fuerza militar y política."

"Hay que crear ciencia original, en todos los órdenes del pensamiento: filosofía, matemáticas, química, biología, sociología, etcétera", escribió Cajal en un artículo, "La media ciencia causa de ruina", que publicó en 1898.



● Imagen original: Diploma al Premio Nobel otorgado a Santiago Ramón y Cajal. Expuesto en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Foto de e MinetSuarez2 - Trabajo propio, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=104488489>

Y en un sentido similar, Houssay trataba en 1929 de "El porvenir de las ciencias en la Argentina" de la siguiente manera:

"El adelanto de las ciencias en un país es el índice más seguro de su civilización. Hablar del futuro de las ciencias en una Nación es lo mismo que expresar qué jerarquía ocupará en el mundo civilizado. Falta de ciencia es sinónimo de barbarie o de atraso. La verdadera supremacía de un pueblo se basa en la labor silenciosa y obstinada de sus pensadores, hombres de ciencia y artistas; esta obra reporta fortuna y gloria al país, bienestar a toda la humanidad [...]. Si en todos los países el crecimiento de las ciencias es relativamente moderno, vale esto, principalmente, para los países hispanoamericanos, los que como dijo Cajal para España, no tienen tradición científica; son países intelectualmente atrasados y no decadentes."

Es cierto que la situación de la ciencia española e hispanoamericana ha mejorado mucho, pero me atrevo a pensar que la inmensa mayoría de mis compatriotas científicos piensan, como yo, que todavía no se hace lo suficiente.



● Imagen original: De Original source: <http://www.ateneodemadrid.com/mandatospresidenciales.htm> Transferido desde cs.wikipedia a Commons por Sevela.p usando CommonsHelper., Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8365004>

Me gusta recordar también unas frases que un personaje al que admiro mucho, un ingeniero de Caminos, número 1 de su promoción, que es considerado el mejor matemático español del siglo XIX, aunque no produjo nada original. Un hombre al que se le recuerda únicamente por haber sido el primer hispanohablante que recibió un Premio Nobel, el de Literatura de 1904: José Echegaray. En sus *Recuerdos*, Echegaray abrió su alma, revelando lo que habría querido ser por encima de todo:

“Las Matemáticas fueron, y son una de las grandes preocupaciones de mi vida; y si yo hubiera sido rico o lo fuera hoy, si no tuviera que ganar el pan de cada día con el trabajo diario, probablemente me hubiera marchado a una casa de campo muy alegre y muy confortable, y me hubiera dedicado exclusivamente al cultivo de las Ciencias Matemáticas. Ni más dramas, ni más argumentos terribles, ni más adulterios, ni más suicidios, ni más duelos, ni más pasiones desencadenadas, ni, sobre todo, más críticos; otras incógnitas y otras ecuaciones me hubieran preocupado.

Pero el cultivo de las Altas Matemáticas no da lo bastante para vivir. El drama más desdichado, el crimen teatral más modesto, proporciona mucho más dinero que el más alto problema de cálculo integral; y la obligación es antes que la devoción, y la realidad se impone, y hay que dejar las Matemáticas para ir rellenando con ellas los huecos de descanso que el trabajo productivo deja de tiempo en tiempo.”

No sé a qué altura científica habría podido llegar Echegaray caso de haberle sido posible dedicarse plenamente a la matemática que tanto amaba. Ni siquiera sé si, en última instancia, su polifacética personalidad, su desbordante vitalidad, su curiosidad por todo y su sentido de compromiso social (fue varias veces ministro, y en su haber cuenta la creación del Banco de España) le habrían permitido la dedicación que la investigación científica requiere. Pero sí sé que, aunque hubiese estado dispuesto a poner lo mejor de su vida en el empeño científico, no le habría sido posible en aquella España. Y lo más triste de todo es que semejante dificultad no se limitó a su época, que se prolongó en el tiempo, hasta constituirse en una de las vergüenzas de la historia de nuestra querida España y, me atrevo a decir, de nuestras igualmente queridas naciones hispanoamericanas. Es

cierto que la situación de la ciencia española e hispanoamericana ha mejorado mucho, pero me atrevo a pensar que la inmensa mayoría de mis compatriotas científicos piensan, como yo, que todavía no se hace lo suficiente. Siguiendo la estela del buen don José, aún se puede decir que “la X – una X que engloba un no pequeño número de disciplinas y profesiones –, que la X más desdichada y modesta proporciona mucha más atención y retornos sociales que el más alto problema científico.”

No me malinterpreten, por favor. Sé muy bien la importancia que para cualquier sociedad tienen todas esas X, todas esas profesiones: las, por ejemplo, filosofía, derecho, música, historia, pintura, filología, economía, cinematografía, periodismo, y, por supuesto, la creación literaria. Al fin y al cabo, hubo pueblos que no usaron la rueda, pero no ha existido ninguno que no contará historias. Sin embargo, no olvidemos que aunque siempre hay futuro para un país, ese futuro será peor, o al menos no el que este humilde orador que ahora les habla desearía para los nuestros, sin una ciencia de muy alta calidad.



● Imagen original: De Nicolaes Visscher - Commonwealth Bank of Australia / Dutch sea charts, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52182272>

AURORAS BOREALES Y AUSTRALES

LA DANZA LUMÍNICA DE LOS POLOS TAMBIÉN SE HA VISTO EN MÉXICO



● Aurora boreal en Sandnessjoen, Noruega, y nuestra colaboradora Norma Ávila. 24-11-2022. Crédito: William Gregory.

NORMA ÁVILA JIMÉNEZ*

Navegábamos entre aguas noruegas cerca de Bergen, cuando por el altavoz anunciaron que se estaban observando auroras boreales en el costado de estribor. Salimos corriendo del comedor, sin importar que la cena se enfriara y que hubiéramos dejado las chamarras en la cabina.

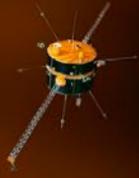
Al igual que la mayoría, subimos de prisa a la cubierta y nos tapamos con algunas cobijas que estaban en una cesta. Aunque no calentaban lo suficiente, ayudaron a aguantar el helado aire que acompañaba esa especie de cortina blanca con pliegues que teníamos enfrente. Como si fueran bailarinas, las ondulaciones en movimiento comenzaron a desplazarse hacia la izquierda y el color verde hizo su aparición.

Esos momentos quedan grabados, tatuados en la mente para siempre, y por ello detonan la creatividad de artistas. Tal es el caso de Jimmy López, autor del Concierto para violín y orquesta *Aurora*. Con el sonido de los violines, flautas, trompetas y percusiones, principalmente, este compositor transfiguró en sonido el movimiento de las partículas atómicas que dan lugar a este fenómeno polar. Las que se originan en el Norte son las auroras boreales y las del Sur, australes.

¿Por qué se forman? Primero cabe subrayar que nuestro planeta está rodeado por una capa denominada magnetósfera que lo protege de la radiación proveniente del Espacio. Semejante armadura se forma debido al campo magnético existente en la Tierra, el cual se origina por su rotación y la presencia de sus capas interiores metálicas, el manto y el núcleo, cargadas eléctricamente. Como si fuera un gigantesco imán, la Tierra genera líneas magnéticas invisibles a nuestros ojos que se desplazan hacia los polos.



● Observatorio de Centelleo Interplanetario. Crédito: www.méxart.uham.mx.



● Vehículo espacial de viento frente a la magnetósfera terrestre observa el fluido de las partículas solares. Crédito: NASA.

En ocasiones algunas partículas del viento solar -que es expulsado a velocidades de entre 300 y mil 200 kilómetros por segundo- logran atravesar la magnetósfera, sobre todo electrones. Estas partículas entran en contacto con las líneas del campo magnético y, así, continúan su trayectoria hacia los polos perturbando a los átomos y moléculas del aire que están a su paso, lo cual produce esos fenómenos de luz que cautivan.

¿Por qué fue verde el resplandor que tuvimos la oportunidad de observar? Los colores de las auroras dependen de la altitud y el tipo de partículas que colisionan: el verde resulta de la excitación de átomos de oxígeno, aproximadamente a 100 kilómetros de altura; el rojo, también es producto de la interacción de átomos de oxígeno, pero se detona a unos 300 kilómetros de altura; las partículas de nitrógeno dan lugar al rosa, a un poco menos de 100 kilómetros de altitud, y el hidrógeno y el helio generan tonalidades azules y moradas.

¿Por qué fue verde el resplandor que tuvimos la oportunidad de observar? Los colores de las auroras dependen de la altitud y el tipo de partículas que colisionan: el verde resulta de la excitación de átomos de oxígeno, aproximadamente a 100 kilómetros de altura; el rojo, también es producto de la interacción de átomos de oxígeno,

Aurora

Periódico Observador

Cuarta época

Tomo 3, N.º 11, 88

Ciudad de México

LUZ ROJIZA CUBRE EL CIELO

LA DANZA LUMÍNICA DE LOS POLOS TAMBIÉN SE HA VISTO EN MÉXICO

Real Sociedad Astronómica

TORMENTA SOLAR

MÉXICO, 1789

Agosto, 1859

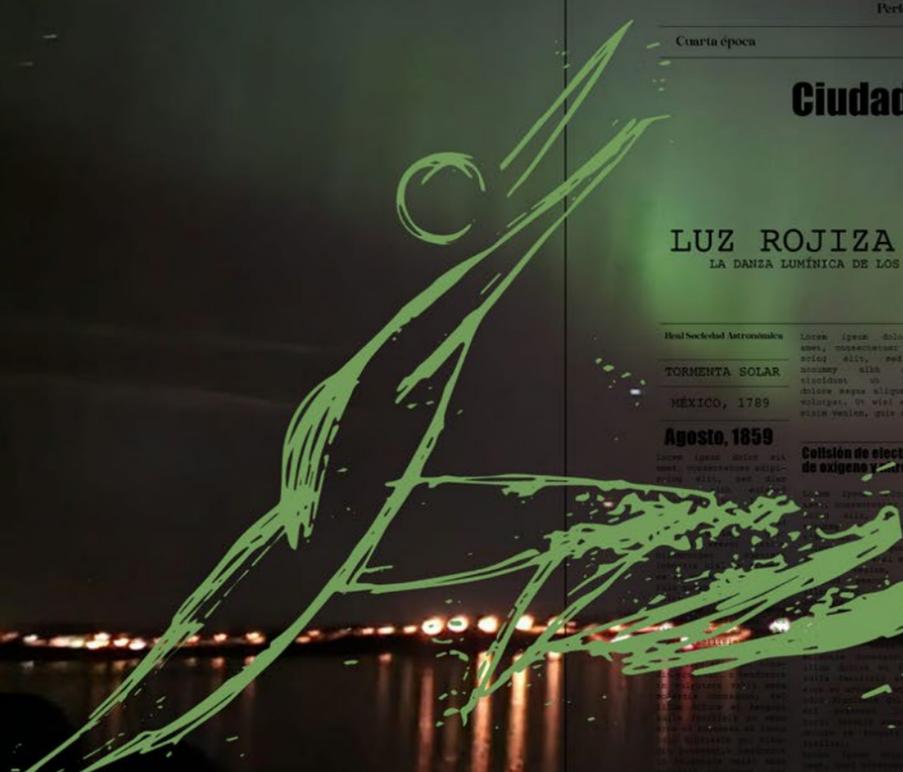
Colisión de electrones de oxígeno y nitrógeno

Loem igem dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad elit veniam, qui convallis ut neque auctor augue mauris augue nullam quisque molestie ac ut auctor. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent lacinia sapien...

Loem igem dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad elit veniam, qui convallis ut neque auctor augue mauris augue nullam quisque molestie ac ut auctor. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent lacinia sapien...

Loem igem dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad elit veniam, qui convallis ut neque auctor augue mauris augue nullam quisque molestie ac ut auctor. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent lacinia sapien...

Loem igem dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad elit veniam, qui convallis ut neque auctor augue mauris augue nullam quisque molestie ac ut auctor. Sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent lacinia sapien...



¿Y en México se han visto auroras boreales? Si nevó en la Ciudad de México en 1967 -lo que parece surrealista-, ¿por qué no ver a las auroras? Por la distancia a la que se ubica nuestro país respecto del polo Norte. Sin embargo, decir que se han observado suena a película de ciencia ficción. Pero, ¡ha sucedido!

El primero de septiembre de 1859 dos astrónomos británicos, Richard Carrington y Richard Hodgson, mientras medían manchas solares en nuestra estrella, observaron una inusual emisión de luz blanca proveniente de una de tales manchas. Además, el brillo en dos regiones cercanas empezó a intensificarse. Este fenómeno -mejor dicho, potente tormenta solar-, conocido ahora como Evento Carrington, lo dieron a conocer los citados científicos a la Real Sociedad Astronómica.

Tan fuerte fue la energía despedida por la llamarada solar que alcanzó a todo el Hemisferio Norte, hasta a las zonas tropicales. Al siguiente día de la explosión auroras boreales rojizas impregnaron el área; algunos capitanes de embarcaciones cubanas redactaron en sus bitácoras haber visto luces cobrizas. Incluso se dijo que se pudo leer el periódico aun cuando todavía no salía el Sol. Además, fueron reportados problemas en el servicio telegráfico no solo en Norteamérica, sino también en Europa.

¿Y en México se han visto auroras boreales? Si nevó en la Ciudad de México en 1967 -lo que parece surrealista-, ¿por qué no ver a las auroras? Por la distancia a la que se ubica nuestro país respecto del polo Norte. Sin embargo, decir que se han observado suena a película de ciencia ficción. Pero, ¡ha sucedido!

● Aurora boreal del 22-11-2022. Cerca de Bergen, Noruega. Crédito: William Gregory.





● Aurora boreal del 22-11-2022. Cerca de Bergen, Noruega. Crédito: William Gregory.

De acuerdo al artículo de Juan Américo González Esparza y María del Consuelo Cuevas Cardona, publicado el 30 de mayo de 2018 en *Space Weather*, los registros acerca de la generación de esas auroras en México estuvieron casi olvidados, debido a que se dieron a conocer en el periódico conservador *La Sociedad*. Vale subrayar que en esa época se libró la guerra de Reforma ganada por los liberales, quienes, por obvias razones, pudieron haber ignorado lo publicado en ese medio. González Esparza y Cardona Cuevas se dieron a la tarea de revisar *La Sociedad* del día 3 de septiembre de 1859, en donde se reportaron auroras boreales en la Ciudad de México, Querétaro, Guadalajara, Hidalgo y Guanajuato.

La observación de una intensa luz rojiza que cubrió todo el cielo hasta alcanzar a las constelaciones de Orión y Las Pléyades, y de ráfagas de luz blanca, fueron las constantes en las descripciones de ese fenómeno natural, que también ha sido incluido en novelas, así como en libros de historia, como *Pueblo en vilo*, de Luis González y González.

“Mientras los franceses desembarcaban en Veracruz, los rancheros de la hacienda sólo hablaban de fraccionamiento y de la aurora boreal (se refería a la de 1859). Para este millar y medio de mexicanos que vivían al margen de la vida del país y muy adentro de la naturaleza, una aurora boreal importaba más que cien intervenciones forasteras”. Privilegiados quienes las han visto, pero todavía más aquellos que las admiran desde la altura. Me

refiero a los astronautas, embelesados ante esas radiaciones verdes, rojas, rosas, azules y moradas desde las ventanas de la Estación Espacial Internacional.

Tiempo antes del famoso Evento Carrington, el 14 de noviembre de 1789, otra aurora boreal fue visible en territorio nacional. Los habitantes de la Ciudad de México, San Luis Potosí y Oaxaca quedaron estupefactos ante la luz rojiza y blanca emitida. Los astrónomos novohispanos José Antonio Álzate, Antonio de León y Gama, y Francisco Dimas Rangel, la reportaron, desatando polémica entre ellos cuando trataron de explicar su naturaleza. La aurora también se observó en Cuba, algunas ciudades de Norteamérica, Suecia, Inglaterra, Polonia y hasta el puerto ruso de San Petersburgo.

En Coeneo, Michoacán, el Observatorio de Centelleo Interplanetario del Instituto de Geofísica de la UNAM –a cargo entre otros especialistas, del citado investigador Juan Américo González Esparza–, detecta las explosiones solares, lo cual es un aviso de que una tormenta magnética se avecina. En días, quizás en horas, originará las impactantes luces. Pero no todo es inocuo; si la tormenta resulta demasiado energética podría dañar los paneles solares de los satélites artificiales, quemar transformadores o provocar problemas en las telecomunicaciones. Las partículas solares que nos ofrecen la danza lumínica de los polos y nos deja sin aliento a veces puede meternos en problemas.

***NORMA ÁVILA JIMÉNEZ**
Desde hace más de 25 años se ha dedicado al periodismo de ciencia en medios impresos y televisivos. Es licenciada en Comunicación por la UNAM y maestra en Estudios de Arte Moderno y Contemporáneo por la UAQ. Actualmente cursa el doctorado en Artes en esta última. Es autora del libro *El arte cósmico* de Tamayo.



HACIA LA INDEPENDENCIA ENERGÉTICA

“Como parte de la manada tenemos una responsabilidad social”,
Greta Thunberg

JUAN TONDA MAZÓN*

El Sol es la principal fuente de energía de los seres vivos. Las plantas almacenan una parte de dicha energía. Los seres humanos, desde el punto de vista energético, necesitamos dos cosas para vivir: el oxígeno que posee nuestra atmósfera y la energía química que nos proporcionan los alimentos. Sin embargo, también son fundamentales el agua y la energía eléctrica —con esta última podemos resolver la parte térmica—.

Si pudiéramos aprovechar todo lo que comemos seríamos una máquina 100% eficiente. Sin embargo, no ocurre así. Una parte se transforma en desechos, que nosotros no podemos aprovechar, aunque otros animales sí. Y otra se pierde en forma de calor cuando sudamos. Cabe aclarar que nuestro cuerpo no es un sistema cerrado.

La energía de los alimentos posibilita movernos para caminar, correr, sentarnos o dormir, así como permitir que el corazón bombee la sangre a todo el cuerpo para que funcionen todos los órganos y el cerebro pueda pensar y soñar. También dicha energía permite mantener la temperatura del cuerpo en alrededor de 37°C y que sudemos para controlarla.



● El Sol, nuestra principal fuente de energía renovable. (Foto: NASA) <https://www.xatakafoto.com/actualidad/425-millones-fotografias-nasa-crea-asombroso-timelapse-sol-durante-10-anos>

En los últimos años el crecimiento de la población ha sido enorme. Y dicha población requiere alimentos, agua y energía para realizar sus actividades. Si pensamos en las siguientes generaciones no nos gustaría que a nuestros hijos o nietos les faltara energía para sus casas. Así, surgió el concepto de desarrollo sustentable en el cual el consumo se hace sin comprometer los recursos de las siguientes generaciones. Para lograrlo, se pueden emplear fuentes de energía que en términos prácticos resultan inagotables. Dichas fuentes son precisamente las energías renovables, las energías solar y eólica o del viento, la geotermia o calor del interior de la Tierra, la hidráulica de los ríos, la biomasa que abarca la materia viva y los desechos, la energía de los océanos, la energía que proporciona el hidrógeno y la fusión nuclear, así como una forma complementaria a todas ellas que es el almacenamiento de energía.

● Alimentos que se deben consumir. (Foto BBC.com) <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53838500>



El Cambio Climático Global

En las últimas décadas el consumo de petróleo, gas y carbón ha aumentado de forma desmedida, sobre todo en los países más desarrollados. Se empezó a observar en la década de los 70 del siglo pasado, un aumento desmedido de los gases de efecto invernadero que ocasionan un aumento artificial —producido por las actividades del ser humano— de la temperatura del planeta. Para ello, se hicieron varios modelos para ver si dicho cambio era real, es decir, si era producido por los seres humanos o se debía a variaciones periódicas del clima y la temperatura del planeta. Y, desafortunadamente, después de hacer varios modelos se llegó a la conclusión de que, efectivamente, el aumento de la temperatura del planeta desde el siglo XIX hasta ahora, se debe en gran medida al consumo desmedido de combustibles fósiles —petróleo, gas y carbón—.

Los gases que producen dicho cambio se llaman gases de Efecto Invernadero (GEIs) y son principalmente bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), ozono (O_3), óxido nitroso (N_2O) y vapor de agua (H_2O). De ellos, el principal responsable del aumento de temperatura en el planeta es el bióxido de carbono (CO_2), seguido del gas metano (CH_4), que producen sobre todo las vacas, pero, en general, todos los animales, incluidos nosotros, a través de los desechos y gases que generan en la digestión.

Dichos gases han aumentado la temperatura del planeta produciendo una atmósfera más caliente que lo que produce el efecto invernadero de manera natural en el planeta —que mantiene la temperatura promedio de la superficie de la Tierra en 15°C — (si no tuviéramos atmósfera la temperatura promedio sería de -18°C).

Hasta ahora, 2020, se ha elevado la temperatura del planeta 1°C , en lo que se ha llamado el Cambio Climático Global, cuyas consecuencias ya estamos viviendo los habitantes de la Tierra, como son tener huracanes más fuertes y épocas de lluvia y sequía más largas, con los consecuentes incendios, por mencionar solo algunas de las más notorias. Sin embargo, se pueden producir efectos peores si no se toman medidas radicales para mitigar los efectos del Cambio Climático Global, como son extinción de muchas especies, el cambio de cultivos y el hábitat de muchos animales, así como grandes inundaciones. Para ello, se ha creado el Panel Intergubernamental del Cambio Climático Global, IPCC sus siglas en inglés, cuya página se puede consultar en Internet.

● Contaminación en la Ciudad de México. (Foto: Víctor Hugo Páramo) <https://www.alcaldesdemexico.com/notas-principales/ciudades-mexicanas-enfrentan-mayor-contaminacion-ambiental/>



● Contaminación de las centrales de carbón. (Foto: Ella Ivanescu/Unsplash) <https://www.forbes.com.mx/noticias-contaminacion-aire-riesgo-muerte-covid-mexico/>



● Contaminación de aguas superficiales en México. (Foto: DGCS-UNAM) <https://www.portalambiental.com.mx/sabias-que/20220523/mexico-casi-no-cuenta-con-agua-superficial-y-la-que-hay-esta-contaminada>



● Central geotérmica de Cerro Prieto en Baja California. (Foto: Flickr/ BajaAerial) <https://www.piensageotermia.com/cfe-quiere-aumentar-la-produccion-de-cerro-prieto-mexico/>

Hasta ahora, 2020, se ha elevado la temperatura del planeta 1°C , en lo que se ha llamado el Cambio Climático Global, cuyas consecuencias ya estamos viviendo los habitantes de la Tierra, como son tener huracanes más fuertes y épocas de lluvia y sequía más largas, con los consecuentes incendios, por mencionar solo algunas de las más notorias.

Una de las medidas más importantes para mitigar los efectos del Cambio Climático Global es no utilizar combustibles fósiles en la generación de energía, el transporte y la industria, y en su lugar emplear fuentes renovables de energía.

A nivel internacional la ONU organiza anualmente la llamada Conferencia de Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas (COP) – en 2022 se hizo en Sharm el Sheikh, Egipto, la llamada COP 27. En dichas reuniones la mayoría de los países se han comprometido a tomar las medidas necesarias para que en 2050 el aumento de la temperatura del planeta sea menor a 1.5°C, así como evitar el aumento de la altura de los océanos por el derretimiento de los glaciares. Para lograr dichos acuerdos –de los cuales el de París es el más importante– casi todos los gobiernos del mundo tienen que producir energía a partir de las fuentes renovables en grandes cantidades.

La International Renewable Energy Agency (IRENA) ha señalado que el objetivo se puede conseguir si todos los países se comprometen a tener cuando menos 66% de generación con fuentes renovables de energía para el año 2050.

Los seis países que más emisiones de bióxido de carbono arrojan a la atmósfera son China (31.1%), EE.UU. (13.9%), Unión Europea (8.1%), India (7.5%), Rusia (4.7%) y Japón (3.1) (entre China y EE.UU. contribuyen con 45% de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera). México contribuye con el 1.1%. Sin embargo, China se ha comprometido a producir el 100% de energía con fuentes renovables en el 2050.

En el caso de México, los investigadores del Instituto de Energías Renovables de la UNAM, Manuel Martínez y Antonio del Río, afirman que es posible generar el 100% de energía eléctrica con renovables para el año 2050, pero hay que empezar ya. Además de la generación de energía

eléctrica a gran escala, los mayores usos de combustibles fósiles de mayor a menor son: en el transporte, la industria, los hogares, la agricultura, el comercio y los servicios públicos. Así que el transporte es uno de los grandes problemas en México –y no solo por la contaminación de la gasolina, sino por los enormes volúmenes que se importan de ésta en el extranjero (70% en 2018)–. Los transportes eléctricos son una de las mejores soluciones. Primero está el Metro, los ferrocarriles eléctricos, los camiones eléctricos, los trolebuses, los cablebuses y los automóviles eléctricos, así como los vehículos híbridos en la transición hacia los eléctricos.

Las energías renovables

Las energías renovables como ya habíamos mencionado son: la energía solar, la eólica o del viento, la geotermia, la mini y micro-hidráulica, la biomasa y la oceánica. A ellas, aunque no son renovables, se añaden el hidrógeno y la fusión nuclear que no contaminan y se pueden obtener, por ejemplo, del agua.

● Energía de las olas. (Foto: ceupe.com) <https://www.ceupe.com/blog/olas-como-fuente-de-energia-alternativa.html>

Los seis países que más emisiones de bióxido de carbono arrojan a la atmósfera son China (31.1%), EE.UU. (13.9%), Unión Europea (8.1%), India (7.5%), Rusia (4.7%) y Japón (3.1) (entre China y EE.UU. contribuyen con 45% de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera). México contribuye con el 1.1%. Sin embargo, China se ha comprometido a producir el 100% de energía con fuentes renovables en el 2050.

● Prototipo del aerogenerador Haliade-X de General Electric con una potencia de 14 MW. (Foto: General Electric Renewable Energy) <https://www.xataka.com/energia/turbina-eolica-haliade-x-ha-vuelto-a-pulverizar-record-mundial-produccion-14-mw-solo-prototipo>



La energía solar proviene de la radiación del Sol a lo largo del día. En el Sol, como todas las estrellas, ocurren en su interior reacciones de fusión nuclear, en la que los elementos ligeros como el hidrógeno y el helio se fusionan para producir poco a poco elementos más pesados, y en el proceso se liberan enormes cantidades de energía —hay que señalar que el hidrógeno y el helio son los elementos más abundantes en el Universo—. La energía que produce el Sol tarda en llegar a la frontera de la atmósfera terrestre y es de 1,360 watts/m², cantidad que se conoce como la constante solar.

La energía solar se puede aprovechar de dos formas. La primera es la conversión de los rayos de Sol en electricidad que ocurre en las celdas solares que forman los paneles fotovoltaicos, donde por el efecto fotovoltaico la radiación solar se transforma en energía eléctrica de corriente directa. La segunda es la conversión fototérmica en la que el calor de los rayos solares se emplea para calentar, por ejemplo, agua en los calentadores solares, secar alimentos, con los deshidratadores solares, o se concentra en una línea o una pequeña región para calentar un fluido y, a través de un turbogenerador, producir electricidad en las centrales de heliostatos.

La energía eólica o del viento se aprovecha para producir electricidad con los aerogeneradores o turbinas de viento. La energía que produce un aerogenerador depende del cubo de la velocidad de viento, así como del área que cubren las palas de los aerogeneradores. Hasta ahora el aerogenerador más grande tiene una potencia de 14 megawatts (MW) y las palas son de más de 100 m.

Los aerogeneradores se deben instalar en lugares donde haya mucho viento en todo momento. Esto ocurre, por ejemplo, en La Ventosa, Oaxaca, cerca de Jojutla. Sin embargo, hay muchos otros lugares en México, por ejemplo, la península de Yucatán y Tamaulipas. Los aerogeneradores también se pueden instalar en el mar, donde hay mucho viento y así no se afecta a las comunidades. Sin embargo, siempre se debe cuidar el proteger a las aves y a los murciélagos, destinando una pequeña parte del presupuesto para que no se acerquen. Los aerogeneradores también se utilizan para bombear agua y moler granos.



● Las hidroeléctricas aprovechan la caída de agua de los ríos para producir electricidad con un turbogenerador. (Foto: CFE)
<https://www.revistainfraestructura.com.mx/cfe-aumentara-su-capacidad-de-generacion-de-energia-limpia-con-inversiones-en-infraestructura/>



● Paneles fotovoltaicos. (Foto: ecoinventos.com) <https://ecoinventos.com/tipos-de-paneles-solares/>

● La presa Chicoasen II ha causado problemas en la comunidad. (Foto: Energía A Debate)
<https://energiaadebate.com/expropiacion-terrenos-en-chiapas-para-hidroelectrica-chicoasen-ii/>



La energía geotérmica consiste en aprovechar el calor terrestre para obtener agua caliente y vapor de depósitos de roca donde se almacena. El vapor se puede emplear para mover una turbina que unida a un generador produce electricidad. Lo primero que se debe saber es cuáles son las zonas geotérmicas favorables para tener vapor y agua caliente. En México, en Cerro Prieto, Baja California, se localiza la geo-termoeléctrica más grande.

La energía mini y microhidráulica consiste en aprovechar la caída de los ríos a pequeña escala para producir electricidad con una pequeña turbina unida a un generador de electricidad. La energía hidráulica a gran escala no se considera como renovable, cuando se desvía el agua de los ríos, se afecta al ecosistema y se desplaza a las comunidades, además de los daños que producen en la fauna y el suelo las grandes caídas de agua. En el caso de México y muchos países latinoamericanos la energía hidráulica es la más utilizada y la consideran renovable, aunque como señalamos puede afectar al ambiente.

La energía de la biomasa más conocida y más antigua es la madera. A pesar de que todavía se sigue usando, explotar la madera supone acabar con los árboles, lo cual no se debe hacer. Sin embargo, muchas comunidades pequeñas en el campo es el único recurso que tienen. La caña de azúcar se ha empleado para producir alcohol etílico y los desechos de la misma se pueden aprovechar para producir electricidad. Muchos cultivos se pueden utilizar para producir combustibles, pero se ha recomendado que no se hagan si compiten con la alimentación. Los desechos y la basura se emplean para producir gas y electricidad. Lo más común es emplear los desechos de los animales en los biodigestores anaerobios para producir gas para cocinar; de hecho, ya existen biodigestores comerciales. En la tercera generación de aprovechamiento de la biomasa se emplea el cultivo de microalgas para producir energía.

La energía de los mares y océanos también se puede aprovechar para producir electricidad. Primero están las olas que, en el caso de México, con la enorme longitud de costas que tenemos, si se encuentra un mecanismo eficiente se podría producir mucha electricidad. Después están las mareas en las que sube y baja el nivel del mar debido a la atracción de la Luna y el Sol; en el caso de México se pueden aprovechar las mareas en el Golfo de Baja California. Y también, las corrientes marinas y las diferencias de temperatura se pueden emplear para producir energía.



El hidrógeno se ha empleado como combustible alternativo en los automóviles. Se mezcla con el oxígeno del aire, a través de las celdas de combustible y de la reacción de hidrógeno con oxígeno se produce agua que sale por el escape.

Con relación a la fusión nuclear todavía no se ha logrado tener una máquina que produzca durante el tiempo suficiente más energía que la que se invierte en producir una reacción de fusión nuclear. Se ha hecho en dos sistemas: los Tokamak y las esferas de combustible bombardeadas con rayos láser muy potentes. Actualmente, está en construcción un gran proyecto de Tokamak entre muchos países que se llama ITER y se espera que en unos años tenga buenos resultados. En las reacciones de fusión se funden a temperaturas de plasma elementos ligeros como el hidrógeno, el tritio y el litio, y en el proceso se producen grandes cantidades de energía que con un turbogenerador pueden aprovecharse para producir energía eléctrica.



● Calentador solar de tubos evacuados (Foto: ecoinventos.com) <https://ecoinventos.com/tipos-de-paneles-solares/>



Un futuro prometedor

En un principio, las fuentes renovables de energía resultaban muy costosas comparadas con las diferentes centrales termoeléctricas. Sin embargo, en los últimos años, la energía solar fotovoltaica, los aerogeneradores, la energía hidráulica y la geotérmica son más económicas que el resto de las fuentes de energía que emplean combustibles fósiles, como son el petróleo, el gas y el carbón, así que ya no hay pretexto para no utilizarlas. Sin embargo, se debe señalar que tanto la energía solar como la eólica son fuentes intermitentes, debido a que en las noches no hay Sol y el viento no sopla continuamente. Así que dichas fuentes se pueden emplear combinadas con un sistema de almacenamiento de energía. Hoy a gran escala los más utilizados son las baterías de ion de litio y sodio, el hidro-bombeo y las sales fundidas a altas temperaturas. Y, a pequeña escala, lo que más se ha empleado son las baterías de ion de litio o sodio, tanto en los automóviles como en las casas. Sin embargo, en lugares como el Instituto de Energías Renovables de la UNAM se trabaja en tener baterías orgánicas, de perovskita y de materiales reciclables y más abundantes.

Si hoy instalo en mi casa unos paneles fotovoltaicos combinados con un conjunto de baterías de ion de litio o sodio en mi casa y un calentador solar de tubos al vacío en la parte exterior —llamados tubos evacuados—, ya no tendré que contratar a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para que me proporcione energía eléctrica ni tampoco a la compañía de gas. ¡Gozaré de la autonomía energética! Durante alrededor de 30 años para los paneles fotovoltaicos, 20 años para el calentador solar, 10 años para el inversor de corriente y las baterías. Y si tengo un automóvil eléctrico ya no usaré gasolina. Poco a poco hacia allá vamos.



*JUAN TONDA MAZÓN

Físico, editor y divulgador de la ciencia. Obtuvo el Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia en 1996. Actualmente es Coordinador de Publicaciones del Instituto de Energías Renovables de la UNAM.

Bibliografía y referencias

- BP Statistical Review of World Energy 2022.
- //efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf
- <https://unfccc.int/es/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>
- Tonda Mazón, Juan, *El oro solar y otras fuentes de energía*, Colección La ciencia para todos, Núm. 119, reimpresión, FCE, México, 2016.
- Molina, Mario, José Sarukhán y Julia Carabias, *El cambio climático, causas, efectos y soluciones*, Colección La ciencia para todos, Núm. 241, FCE, México, 2017.
- Tonda Mazón, Juan, "Cómo te bajaré las entrelas. Las celdas solares.", *La risa en serio*, Buen humor y ciencia, Ediciones B, México, 2016.
- <http://www.cemiegeo.org/index.php/geotermia-en-mexico>.
- Tagüeña, Julia y Manuel Martínez, *Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable*, Núm. 26, Colección Viaje al Centro de la Ciencia, ADN Editores, México, 2012.
- Derly González y Ernesto Márquez Nerey, *Cambio climático global*, Núm. 24, Colección Viaje al Centro de la Ciencia, ADN Editores y Conaculta, 2012.
- Antonio del Río, Irene Marincic y Julia Tagüeña, *La casa dorada*, Núm. 28, Colección Viaje al Centro de la Ciencia, ADN Editores y Conaculta, México, 2015.
- Antonio del Río, Jorge Alejandro Wong y Yanet Vargas, *Calentador solar*, Colección sello de arena. ¡Hazlo tú!, Editorial Terracota y UNAM, México, 2013.
- International Renewables Energy Agency (IRENA) Report 2019, IRENA, 2019.



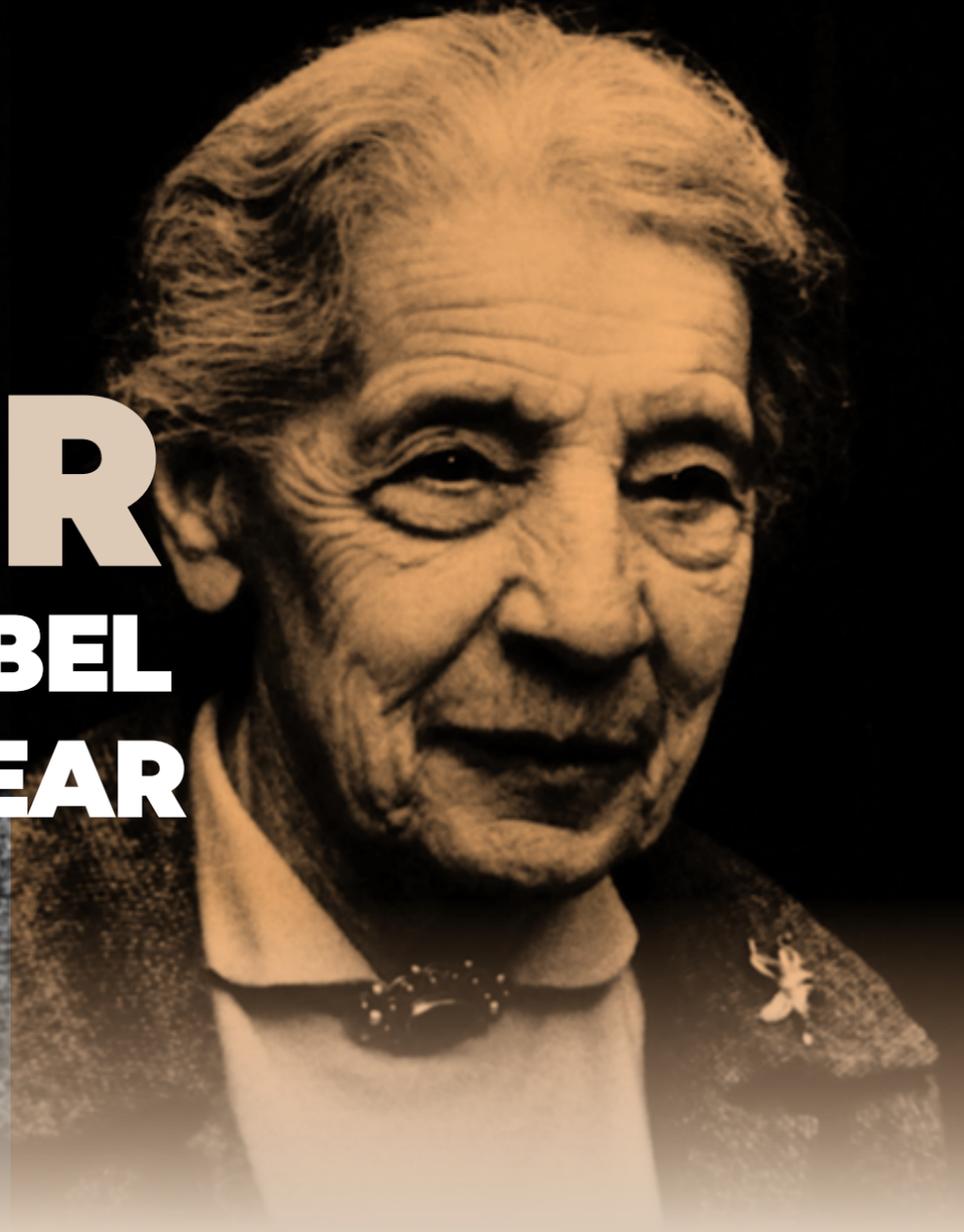
● Vivienda con paneles fotovoltaicos. (Foto: Enlight)

<https://www.economista.com.mx/estados/monterrey-tendra-el-primer-desarrollo-de-vivienda-con-paneles-solares-20180604-0094.html>



LISE MEITNER

Y EL PREMIO NOBEL DE FISIÓN NUCLEAR QUE NUNCA SE ENTREGÓ



GABRIELA PÉREZ AGUIRRE*

Humilde, modesta, incluso tímida en público, pero tenaz, testaruda y brillante. Su objetivo en la vida fue adentrarse en la física y en su investigación. Sueño que logró alcanzar pese a los prejuicios y obstáculos que tuvo que superar.

Lise Meitner nació el 7 de noviembre de 1878, en Viena, entonces la capital del Imperio Austro-Húngaro, la tercera de ocho hijos. En la escuela sobresalió en matemáticas y ciencias, pero para ella, como para todas las niñas austriacas de esa época, la escuela terminaba por ley a los 14 años. A las mujeres no se les permitía ingresar a los estudios universitarios y, por lo tanto, ni siquiera al bachillerato. Su padre le aconsejó que se matriculara en un curso de tres años para enseñar idiomas en las escuelas; Lise eligió el francés y obtuvo su diploma en 1899.

Ese mismo año se aprobó la ley que finalmente permitió el acceso de las mujeres a la Universidad; su padre pagó entonces a un profesor particular para que le permitiera recuperar los "años perdidos", como ella misma los definía, y en dos años obtuvo el diploma necesario para inscribirse en la Universidad. En el verano de 1901 Lise aprobó el examen de ingreso en la Universidad de Viena y, a partir del segundo año, decidió seguir el curso de estudios de física. Nueve de los cursos que tomó, que incluyen óptica, termodinámica, teoría cinética de los gases, electricidad y magnetismo, los impartió el profesor Ludwig Boltzmann, quien fascinó a Lise.



● Lise Meitner en 1906, después de recibir su doctorado en física.

“Estaba tan entusiasmado con todo lo que nos enseñó que después de cada lección, sentí que se nos había revelado un mundo nuevo y maravilloso”, dijo Lise más tarde, recordando esas lecciones. Lo cierto es que Boltzmann le dio una visión de la física que nunca perdería. En 1906 Lise obtuvo su doctorado con honores, fue la segunda mujer en obtenerlo en la Universidad de Viena. Escribió a Marie Curie para ir a trabajar con su grupo a París, pero en ese momento no había plazas disponibles. Luego empezó a dar clases en un colegio de niñas por la mañana, continuando su actividad investigadora por la tarde en el Instituto de Física, sin tener oficialmente ningún cargo. En septiembre de 1906, la noticia del suicidio de Boltzmann la conmocionó.

En 1907 tuvo que pedir permiso a Max Planck para seguir sus conferencias en la Universidad de Berlín, petición no dictada por formalidades, sino por el hecho de que las universidades prusianas aún no permitían la matrícula de mujeres. Planck aceptó la petición de Meitner y su padre subvencionó el traslado a Berlín. Lise comenzó a colaborar con un químico de su edad, un ex alumno de Rutherford, Otto Hahn, una colaboración que duraría décadas. Sin embargo, durante muchos años Lise aún no tuvo un cargo oficial en el Instituto donde trabajaba, ni le pagaron por su trabajo y ni siquiera tenía derecho a un espacio adecuado donde pudiera realizar su labor. Fue Hahn quien le consiguió el uso de una pequeña habitación utilizada como almacén de herramientas dentro del Instituto para instalar sus aparatos experimentales para el estudio de la radiactividad, un área de investigación que en ese momento estaba a la vanguardia de todos los laboratorios de Europa: de París con los Curie a Roma con los chicos de Via Panisperna, por citar los ejemplos más conocidos. En 1908 Meitner y Hahn publicaron el descubrimiento de un nuevo isótopo de actinio, en 1909 descubrieron que un núcleo inestable que emite una partícula alfa experimenta un retroceso, similar a una pistola disparando una bala.

Rutherford a menudo enviaba a su ex alumno Otto Hahn muestras radiactivas por correo. Lise siempre asombraba al cartero al decirle, antes de entregar cartas y paquetes, si entre ellos había algo del laboratorio de Rutherford. El secreto estaba en los electroscopios del laboratorio, capaces de revelar la radiación emitida por los paquetes enviados por el físico neozelandés. En aquellos tiempos de estudios pioneros sobre la radiactividad, aún no se conocían los riesgos por exposición a la radiación; Tan pronto como Lise se dio cuenta de esto, hizo cumplir un estricto protocolo en el laboratorio para la prevención de daños y la protección de los investigadores.

Lise Meitner (a la edad de 50 años) fue considerada como uno de los principales físicos nucleares. Aunque fumaba y trabajaba con radiactividad toda su vida adulta, vivió hasta los 90 años.



● Lise Meitner (Foto: Archivo sobre la historia de la Sociedad Max Planck, Berlín-Dahlem).



Otto Hahn y Meitner (derecha), fotografiados en su laboratorio en la Universidad de Berlín alrededor de 1910, fueron colegas y buenos amigos desde 1907 hasta que Meitner se vio obligado a huir de Alemania en 1938.



● Lise Meitner y Otto Hahn trabajando en su laboratorio en 1913.



● Imagen: Enrico Fermi, Departamento de Energía. Oficina de Asuntos Públicos/Wikimedia Commons

LOS CHICOS DE LA VÍA PANISPERNA

En italiano, *I ragazzi di Via Panisperna*) fueron un grupo de jóvenes científicos liderados por Enrico Fermi. En 1934, en Roma, realizaron el famoso descubrimiento de los *neutrones lentos* que abrió las puertas a la construcción del reactor nuclear y, posteriormente, de la bomba atómica. El apodo del grupo deriva del nombre de la calle donde se encontraba el Departamento de Física de la Universidad de La Sapienza en Roma. La calle tomaba su nombre del monasterio de San Lorenzo en Panisperna que se encuentra en la vecindad.



● Lise Meitner y Otto Hahn la noche antes de que Meitner huyera de Berlín (Foto: Archivo de Historia de la Sociedad Max Planck, Berlín-Dahlem).

En 1912 Max Planck le ofreció a Meitner un puesto remunerado como su asistente. En el mismo año, el Instituto de Química Kaiser Wilhelm contrató a Lise Meitner y a Otto Hahn. Con casi 35 años había obtenido finalmente la independencia económica. Unos meses más tarde se vio obligada a interrumpir su trabajo debido a la Primera Guerra Mundial: ella en un lado del frente y Marie Curie en el otro lado ayudando a los soldados heridos usando sus habilidades de rayos X. Muy conmovida por la experiencia, Lise se Regresó a Berlín antes del final de la guerra y se sumergió nuevamente en la investigación.

En 1918, Hahn y Meitner fueron los primeros en aislar un isótopo de larga vida media del elemento químico protactinio ($^{231}_{91}\text{Pa}$) y en 1921 el isótopo uranio-Z ($^{234}_{92}\text{U}$). Aunque Lise Meitner había realizado casi todo el trabajo para el descubrimiento del $^{231}_{91}\text{Pa}$, Hahn fue el primer autor del artículo que publicaron al respecto. Por este descubrimiento se le concedió la Medalla Leibniz de plata de la Academia Prusiana de Ciencias en 1924. En 1917, Meitner recibió su propio departamento en el Kaiser-Wilhelm-Institut, el Physikalisch-radioaktive Abteilung, y se le permitió gestionar su propio personal y sus finanzas. Aunque ahora tenía su propio departamento, continuó su contacto diario con Hahn.

¡En 1919 Lise es la primera mujer en obtener el título de profesora en la entonces Prusia! En 1923 descubrió que los electrones pueden hacer una transición, es decir, pasar de una órbita a otra alrededor del núcleo de un átomo, sin emitir radiación; el efecto se conoció unos años más tarde como efecto Auger, por el nombre del físico francés que lo midió. La búsqueda de isótopos radiactivos produjo un gran número de publicaciones en revistas científicas internacionales para «Fräulein Meitner» y «Herr Hahn» y su reputación creció tanto entre sus colegas que en los años siguientes obtuvieron varias nominaciones al Nobel.

En 1933, Hitler se convirtió en líder de Alemania y los alemanes de ascendencia judía comenzaron a perder sus trabajos. Lise logró salir ilesa de esta primera ola de despidos debido a su nacionalidad austriaca, pero aun así se le prohibió dar conferencias en la universidad, a pesar de las acaloradas protestas de Planck y Hahn. Lise decidió quedarse en Berlín de todos modos, con la esperanza de que la situación mejorara pronto.

En 1934 Enrico Fermi y sus colaboradores anunciaron que al bombardear uranio (el elemento más pesado de la tabla periódica) con neutrones habían producido elementos más pesados que el uranio. Meitner y Hahn estaban entusiasmados con la posibilidad de crear elementos transuránicos en el laboratorio y decidieron ponerse a trabajar de inmediato para verificar los experimentos de los chicos de Via Panisperna.



● Fritz Strassmann. Junto con Otto Hahn, fue el primero en identificar el bario como uno de los productos de fisión (Instituto Niels Bohr de Astronomía, Física y Geofísica; foto proporcionada por la Biblioteca AIP Niels Bohr).



● Físicos y químicos del Instituto Kaiser Wilhelm en Berlín en 1921. Albert Einstein y, sentado en el sofá, James Franck (en el centro) entre su esposa y Lise Meitner. Otto Hahn es el primero a la derecha.



● Congreso de Solvay, 1933. Las tres mujeres presentes son Irene Joliot Curie (segunda desde la izquierda), Marie Curie (centro) y Lise Meitner (segunda desde la derecha), sentadas entre Chadwick y De Broglie.

A ellos se unió Fritz Strassmann, también químico. En sus experimentos, los "berlineses" identificaron los productos del bombardeo de átomos de uranio; sin embargo, sus resultados no concordaron con los del grupo parisino liderado por Marie Curie, quien reveló un átomo más ligero, el lantano, entre los productos. Ninguno de los grupos pudo interpretar correctamente los resultados experimentales, solo Ida Noddack, una química y física alemana que trabajaba en ese momento en un laboratorio del gobierno en Berlín, planteó la hipótesis de que no estaban creando átomos más pesados que el uranio, sino que estaban dividiendo el uranio en átomos más ligeros. Su idea no fue tomada en serio.

Desgraciadamente, contrario a lo que Lise esperaba, la situación se precipitó definitivamente en marzo de 1938 cuando, tras la anexión de Austria por Alemania, también ella se hizo alemana y de origen judío, a pesar de haberse convertido al luteranismo en su juventud. Meitner estaba muy enojada con Hahn, creía que este no había tomado una posición firme y clara para mantenerla en el Instituto, sin embargo Otto la convenció de que lo más inteligente era huir de la Alemania nazi antes de que fuera demasiado tarde. La fuga fue atrevida: Lise tenía una visa de entrada a Holanda pero no un permiso para salir de Alemania.

Sin embargo, logró escapar. De Holanda llegó a Copenhague y luego a Estocolmo, donde encontró trabajo en el Instituto Nobel de Física. Lise intentó retomar su investigación, pero el director del Instituto, el premio Nobel Manne Siegbahn, no se interesó por su trabajo y no le proporcionó el equipo ni los asistentes adecuados. Mientras tanto, en Berlín, Hahn y Strassmann continuaron sus investigaciones sobre los elementos transuránicos y en diciembre de 1938 Hahn escribió a Lise para describir un descubrimiento cuyo significado no podía entender: entre los productos del bombardeo de uranio (número atómico, es decir, número de protones en el núcleo, 92) encontró bario (número atómico 56). Hahn le escribió: "Sabemos que el uranio no se puede descomponer en bario, pero tal vez puedas encontrar una explicación para este fenómeno".



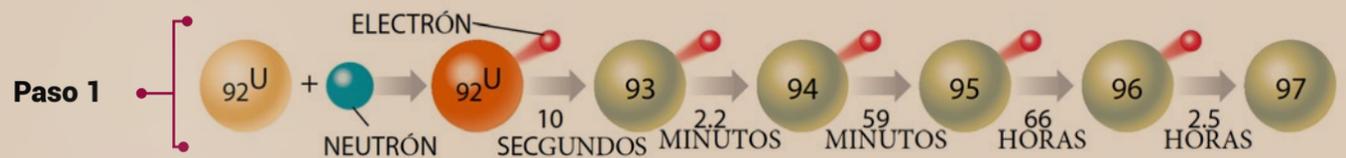
● Max von Laue (izquierda), Lise Meitner y Dirk Coster en el Instituto de Química Kaiser Wilhelm cerca de Berlín a mediados de los años treinta. Junto con el físico holandés Adriaan Fokker, Coster ayudó a Meitner a salir de Berlín en 1938 (foto de Ada Klokke Coster).



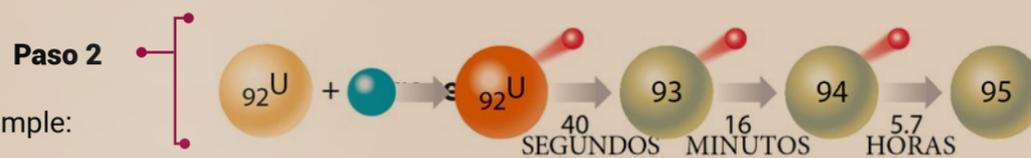
● Manne Siegbahn, presidente del instituto en Suecia, donde Meitner trabajó con poco apoyo después de dejar Alemania (Instituto Niels-Bohr de Astronomía, Física y Geofísica; foto proporcionada por la Biblioteca AIP Niels-Bohr).

DESCUBRIENDO LA FISIÓN

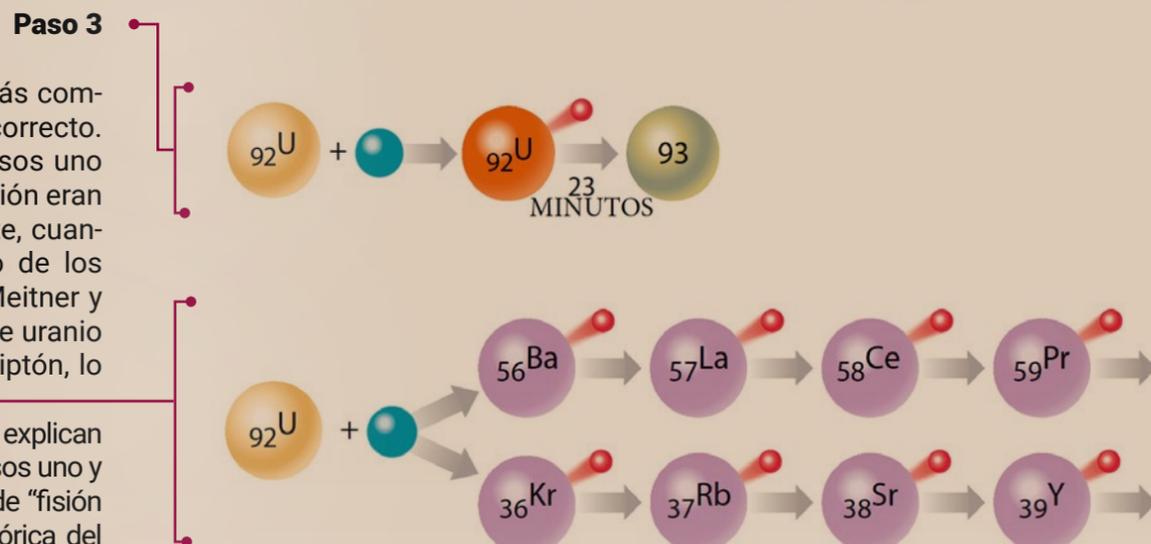
El grupo de Berlín encontró que una gran cantidad de emisores beta (núcleos radiactivos que emiten electrones) se formaron cuando los neutrones chocaron con los núcleos de uranio. Los investigadores propusieron dos cadenas, que creían que consistían en elementos más allá del uranio, cada uno con su propia tasa de desintegración beta:



Además, identificaron una reacción más simple:



Meitner consideró el paso tres como el más comprensible y luego se demostró que era correcto. Pero estaba desconcertada por los procesos uno y dos porque las cadenas de descomposición eran muy largas y paralelas entre sí. Finalmente, cuando Hahn y Strassmann identificaron uno de los productos de la reacción como el bario, Meitner y Frisch se dieron cuenta de que el núcleo de uranio se había dividido en núcleos de bario y criptón, lo que inició una serie de emisiones beta:



Estos núcleos y otros fragmentos de fisión explican las cadenas de descomposición de los procesos uno y dos. Meitner y Frisch propusieron el nombre de "fisión nuclear", publicaron la primera explicación teórica del proceso y predijeron la enorme energía liberada.

● El aparato físico de Meitner fue utilizado por el equipo de Berlín de 1934 a 1938 para trabajos que resultaron en el descubrimiento de la fisión nuclear. A partir de la década de 1950, se exhibió en el Deutsches Museum durante unos 30 años como la “Mesa de trabajo de Otto Hahn”, con solo una referencia pasajera a Fritz Strassmann y ninguna mención a Meitner.



Durante las vacaciones de Navidad, Lise estaba caminando en un bosque nevado con su sobrino, Otto Frisch, también físico, discutiendo este resultado cuando de repente se le ocurrió una idea. Frisch dijo que en un momento Lise se sentó al pie de un árbol y comenzó a contar con una hoja de papel. Llegó a la conclusión de que el átomo de uranio se dividió en dos núcleos más ligeros, liberando una gran cantidad de energía, alrededor de 200 MeV, Lise calculó usando la fórmula de Einstein $E = mc^2$. ¡Acababa de descubrir el proceso de fisión nuclear!

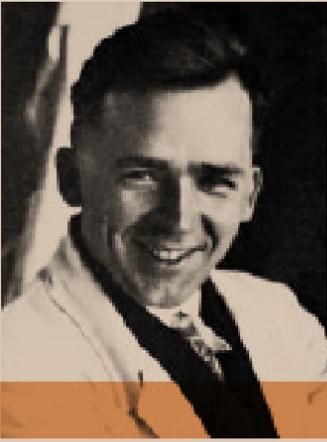
Lise informa a Hahn y escribe un artículo con su sobrino titulado “Desintegración de uranio con neutrones: un nuevo tipo de reacción nuclear” que envían a la prestigiosa revista *Nature*. Hahn y Strassmann también escribieron un artículo que se publicó unos días antes en la revista *Die Naturwissenschaften*. Mientras tanto, Frisch había informado a Niels Bohr del descubrimiento; Bohr, partiendo hacia Estados Unidos, trajo consigo la noticia, prácticamente iniciando el *proyecto Manhattan* para el estudio de la fisión nuclear en ultramar.

En 1944 únicamente Otto Hahn recibió el Premio Nobel por el descubrimiento de la fisión nuclear del uranio y del torio. Sin embargo, destinó una parte del premio a Lise, quien inmediatamente lo donó a la fundación creada por Albert Einstein “Comité de Emergencia de Científicos Atómicos” que promovía el uso pacífico y civil de la energía nuclear. Lise después de Hiroshima y Nagasaki se había convertido en una pacifista convencida. Sin embargo, en su visita a los Estados Unidos, el *Saturday Evening Post* la apodó “la madre de la bomba atómica”.



● Diciembre de 1938, Fritz Strassmann, Otto Hahn y Heinz Haber
Crédito: **Deutsches Museum**

● The Periodic System of Chemical Elements, por J. W. Van Spronsen, Elsevier, Amsterdam, 1969 (izquierda); CORTESÍA DEL LABORATORIO NACIONAL LAWRENCE BERKELEY, UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA (derecha)



● Fritz Strassmann trabajó con Meitner y Hahn en las investigaciones que llevaron al descubrimiento de la fisión nuclear. Su conocimiento de la química analítica fue crucial para la identificación del bario. Valiente antinazi, ayudó a salvar la vida de un amigo judío durante la guerra.

● Otto R. Frisch y Meitner fueron los primeros en explicar, en 1939, el proceso de fisión. En Inglaterra, en 1940, él y su compañero emigrado Rudolf Peierls analizaron el potencial de la fisión nuclear para su uso en armas y ayudaron a lanzar el proyecto de la bomba atómica aliada.

● Oskar Klein y Niels Bohr. Nominaron a Lise Meitner y Otto Frisch para los premios Nobel (Instituto Niels Bohr de Astronomía, Física y Geofísica; foto proporcionada por la Biblioteca AIP Niels Bohr).

● En la década de 1920, Meitner, como profesora y jefa de su propia sección de física en el Instituto de Química Kaiser Wilhelm, se hizo prominente en física nuclear. En esta fotografía, tomada en 1920 cuando Niels Bohr visitó Berlín por primera vez, se encuentran algunos de sus colegas y amigos más cercanos; casi la mitad ganaría premios Nobel. Primera fila: Otto Stern (Nobel, 1943), James Franck (1925), Bohr (1922). Segundo desde la derecha: Gustav Hertz (1925). A la derecha y atrás de Meitner: Hahn (1944) y George de Hevesy (1943).

La decepción de Meitner por el Premio Nobel no ganado se mitigó en parte con la concesión del premio Enrico Fermi, compartido con Hahn y Strassmann en 1966. Lise pasó los años posteriores a la guerra dando conferencias y seminarios. Reprobó siempre el uso militar de los descubrimientos científicos y abogó por la inclusión de la mujer en la investigación científica.

Al final de la Segunda Guerra Mundial, cuando salieron a la luz las atrocidades perpetradas por los nazis, Lise decidió no volver a vivir en Alemania. En 1947 obtuvo un puesto en la Universidad de Estocolmo y en 1949 adquirió la ciudadanía sueca. Enseñó hasta 1953, a la edad de 75 años.

En 1960 se mudó a Cambridge para vivir con la familia de su sobrino Otto Frisch que trabajaba allí. Murió unos días antes de cumplir 90 años. En su modesta lápida se encuentra la inscripción "Una física que nunca ha perdido su humanidad", palabras dictadas por su sobrino Otto Frisch que resumen bien la esencia de Lise Meitner.



PARA SABER MÁS SOBRE LISE MEITNER:

- Meitner y O. Frisch, Nature 143, 239 (1939).
- Lise Meitner und der Nobelpreis, Physik in unserer Zeit / 29, Jdhr. 1998 / Nr 6, <http://bit.ly/3YPA77s>
- Lise Meitner, Revista Internacional de Culturas y Literaturas, octubre 2005, <http://bit.ly/3l7FTse>
- UN VIAJE CON LOS CIENTÍFICOS DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS, Foro Nuclear de la Industria Española.
- Chemists and Biochemists during the National Socialist Era, Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41, 1310 ± 1328, <http://bit.ly/3TbvUa>
- The Politics of Forgetting: Otto Hahn and the German Nuclear-Fission Project in World War II, Phys. Perspect. 14 (2012) 59–94, <http://bit.ly/3ThnFfx>
- Lise Meitner and the Discovery of Nuclear Fission, Scientific American, 1998, <http://bit.ly/3LgJMRr>
- Lise Meitner, O. R. Frisch, Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of a Nuclear Reaction, Nature, 1939, <http://bit.ly/3Jdygn5>



● Otto Robert Frisch, sobrino de Meitner y coautor de la primera interpretación teórica de la fisión nuclear. Fue el primero en demostrar la escisión utilizando métodos físicos (foto proporcionada por Ulla Frisch).

***GABRIELA PÉREZ AGUIRRE**
Estudió ingeniería química en la Facultad de Química de la UNAM. Es autora de libros de texto de física y química a nivel secundaria y de química a nivel bachillerato. Colaboró en la concepción, desarrollo y edición de libros de texto, interactivos y guiones para la red EDUSAT, del Instituto Latinoamericano para la Comunicación Educativa (ILCE). Formó parte del equipo editorial de la Revista Ciencias, de la Facultad de Ciencias de la UNAM.



● Lise Meitner con unas alumnas durante una de sus visitas a Estados Unidos.

EVOLUCIÓN

ROALD HOFFMANN
Traducción de Carlos Chimal

Había escrito tres páginas a propósito del buen químico que hay en cada insecto; citando el atrayente sexual del gusano de seda, y el escarabajo artillero, que rocía peróxido de hidrógeno caliente cuando se siente amenazado.

Y estaba a la mitad de la historia del escarabajo del pino occidental, que posee una feromona de congregación para llamar a todos los interesados (de su especie). La feromona, por cierto, tiene tres componentes: uno en el macho, la frontalita; otro, atributo de la hembra, la exo-brevicomina; y un tercero, abundante (ingenioso), con olor a brea, aportado por el pino anfitrión, el mirceno. Había escrito esto la noche anterior recortando las frases.

Cuando desperté el domingo y me puse a trabajar, con sosiego y una segunda taza de café, el sol estaba ya en mi escritorio. Había recogido algunas flores en la colina que reposaban en un florero: altramuz de arbusto, amapolas de California, y unas hierbas de por aquí. Apenas unos centímetros separaban las brácteas en los tallos herbáceos.

Eran cáscaras color canela, finamente trazadas; su contorno dominado por el de una espiguilla oscura, flagelo endurecido más que espina. Algo plumoso se insinuaba en su interior. El cálido sol hizo estallar algunas vainas que cayeron sobre lo escrito (las palabras se perdieron en el sol), cayeron por azar, junto a las sombras de las semillas que aún colgaban, y, las semillas liberadas, como saltamontes durmientes, con sus barbas ahora retorcidas proyectaron una segunda ola de sombras más finas.

Entonces te vi caminando por la colina.

