



EL MODERNO PROMETEO: La lA en el desarrollo de fármacos

A partir de este número, *Mercurio Volante* tiene el agrado de recibir a dos notables expertos de la ciencia de las transformaciones, quienes, en su calidad de protagonistas de este mundo fascinante de las moléculas químicas con interés para la vida, nos ofrecerán noticias de primera mano y reflexiones pertinentes.



Carlos Naranjo Castañeda Eusebio Juaristi

Podría la inteligencia artificial ser el "monstruo" que revolucione el desarrollo de nuevos fármacos, más efectivos que los disponibles en la actualidad?

La creación de la vida artificial, ya sea en el ámbito de la ciencia-ficción o mediante la tecnología del momento, ha sido un tema fascinante durante muchos años. El "monstruo" creado por el doctor Víctor Frankenstein en la novela de Mary Shelley, es un ejemplo clásico de la creatividad y el esfuerzo que se requieren para lograr un objetivo tan ambicioso.

En la actualidad, el desarrollo de la vida artificial se está realizando a través de la inteligencia artificial (IA), que se está constituyendo como una herramienta poderosa para ayudar a la humanidad en diversas áreas, incluyendo el desarrollo de fármacos. Entiéndase como fármaco la sustancia química que se utiliza para prevenir o tratar enfermedades.

El "monstruo" de Frankenstein y la IA pueden parecer dos conceptos muy diferentes, pero ambos comparten numerosas características en común. Por una parte, la capacidad que tienen las máquinas inteligentes de aprender a través de la exposición a nuevos estímulos, así como la capacidad de adaptarse y cambiar su constitución en respuesta a ellos.

Tanto las máquinas inteligentes como el humano artificial, construido a partir de miembros sin vida, comienzan siendo un sistema básico y torpe que se puede programar a fin de realizar tareas complejas. Sin embargo, a medida que se entrenan, pueden desarrollar destrezas inimaginables, hasta tomar decisiones propias, y, eventualmente, quién sabe, quizás hasta alcanzar la perfección y la inmortalidad tan anhelada.



En el campo de la IA las estrategias de aprendizaje pueden ser muy variadas e involucran tecnicismos complicados, de difícil comprensión. A continuación explicaremos los conceptos básicos. Para facilitar esta introducción te invitamos a imaginar algunas situaciones relacionadas con el aprendizaje que debe superar el "monstruo".

Aprendizaje supervisado

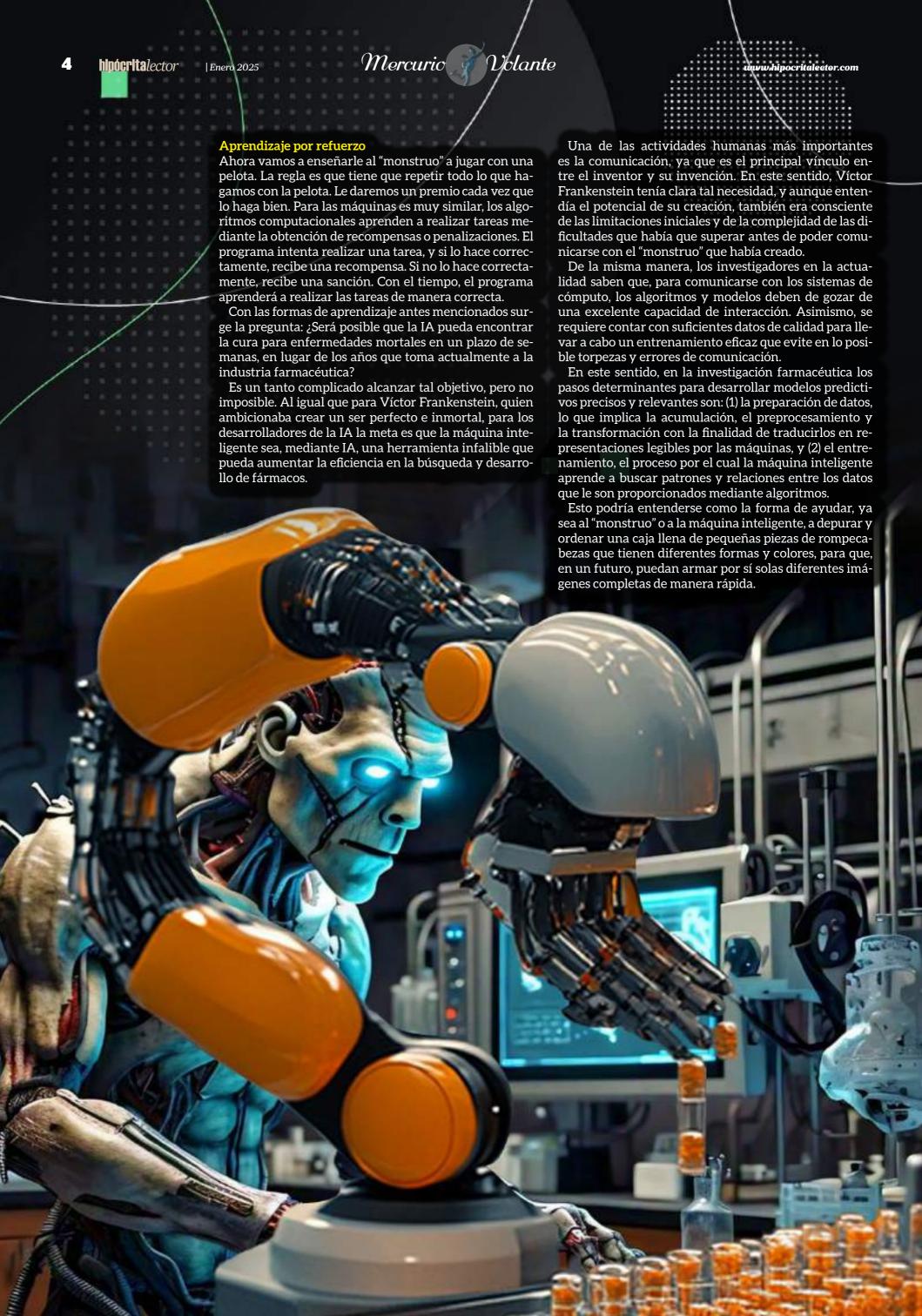
Trata de imaginar que le quieres enseñar al "monstruo" de Frankenstein a diferenciar cosas. Por ejemplo, le muestras un mango y le dices: "Ponme atención, ¡este es un mango!". Luego le muestras una manzana y le dices: "¡Esta es una manzana!".

En consecuencia, el monstruo retendrá en su memoria lo aprendido, y lo mejor es que enriquecerás aún más su aprendizaje y capacidad para diferenciar objetos mientras más variedades de mangos y manzanas le muestres. Se volverá un experto en esas frutas, ya que, además, aprenderá a diferenciar entre variantes de éstas.

Algo muy similar ocurre con los algoritmos computacionales. Los algoritmos consisten en una serie de instrucciones para realizar una tarea específica. Los algoritmos asociados con la IA aprenden a partir de información proporcionada por sus entrenadores humanos. Es decir, de la misma forma como aprende el "monstruo" de Frankenstein a identificar los patrones o características del mundo humano que lo rodea, la IA puede aprender y reconocer los objetos que se le presentan.

Aprendizaje no supervisado

Ahora imagina que al "monstruo" le muestras una caja llena de diferentes objetos, como lápices, libros, gomas, plumas, colores, tijeras. De pronto, ves que el monstruo explora y juega con las cosas; pasado un tiempo, observas que comienza a ordenarlas como él considera adecuado. Seguramente lo hará con base en sus formas, colores, olores. De manera similar, un algoritmo de IA que utiliza aprendizaje no supervisado, sin ninguna instrucción o ayuda humana, puede analizar grandes cantidades de datos, encontrar patrones y agrupaciones que no son necesariamente obvias para uno a primera vista.



Volante

Cribado virtual "inteligente"

La experimentación y el método de prueba y error que empleaba el doctor Víctor Frankenstein para crear un organismo vivo se hubieran beneficiado con la tecnología de nuestros días. En particular, el cribado virtual permite predecir la eficacia de un fármaco o la probabilidad de una reacción adversa como consecuencia de la administración de dicho fármaco.

Esta técnica ofrece un valor considerable para enfocar la búsqueda y aumentar la tasa de aciertos mediante la selección inteligente de moléculas, reduciendo el tiempo y los costos para llegar a una pista satisfactoria.

La idea del cribado virtual consiste en recopilar información estructural de las numerosas moléculas registradas en diversas bases de datos de química orgánica y química farmacéutica.

Esta estrategia se basa en la exploración de la información de las moléculas que prometen tener un potencial terapéutico como ligandos de las dianas de interés. Entiéndase como ligandos aquellas moléculas promisorias cuya eficiencia no ha sido confirmada y están siendo diseñadas por computador. También utiliza información estructural de las dianas farmacológicas, o la combinación de ambos. En la ciencia a esta combinación se le conoce como quimiogenómica.

Los supuestos básicos de la quimiogenómica son: (1) los ligandos que presentan cierta similitud química probablemente actúan sobre las mismas dianas farmacológicas, y (2) las dianas farmacológicas que aceptan ligandos semejantes desde el punto de vista estructural probablemente presenten similitudes estructurales La experimentación y el método de prueba y error que empleaba el doctor Víctor Frankenstein para crear un organismo vivo se hubieran beneficiado con la tecnología de nuestros días. En particular, el cribado virtual permite predecir la eficacia de un fármaco o la probabilidad de una reacción adversa como consecuencia de la administración de dicho fármaco.

en los sitios receptores correspondientes. Un receptor es un lugar específico en una diana farmacológica donde un fármaco puede unirse y dar lugar a una respuesta farmacológica. Trata de entenderlo de esta manera: Imagina que nuestro amigo Franky quiere entrar a su castillo, pero tiene ante sí diferentes puertas y un puñado de llaves. La diana farmacológica es la cerradura y el ligando es una llave; el sitio de unión es el lugar específico en

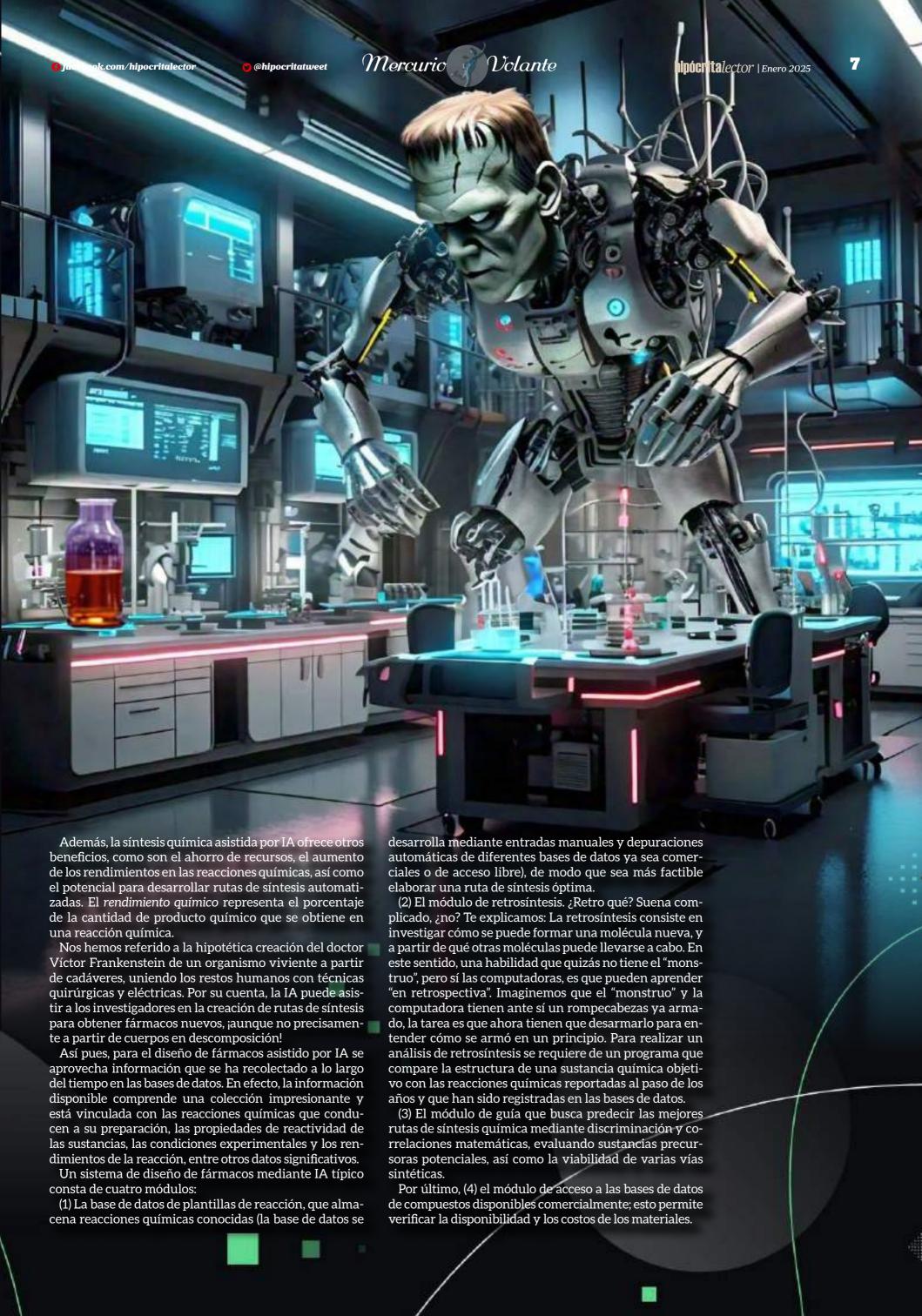
la cerradura donde la llave debe ajustarse para abrir su cerradura correspondiente.

La tarea para Franky es encontrar la llave adecuada, o bien la cerradura correcta para que puedan unirse de manera eficiente y la puerta se abra. Hablando de fármacos, al ocurrir esta unión, en respuesta se obtiene un efecto terapéutico. Pero ¿qué significa un efecto terapéutico? Te damos un ejemplo, si la diana farmacológica es un receptor que está relacionado al dolor, un ligando con potencial terapéutico de ser un analgésico (sustancia que disminuye el dolor), la cual, al unirse al sitio receptor en la diana farmacológica, su efecto terapéutico será la disminución del dolor.

Diseño de fármacos

En la época del doctor Frankenstein el desarrollo tecnológico era más artesanal, dada la escasa información científica disponible. En contraste, los métodos en síntesis química actuales son más racionales y menos empíricos. Se basan en la comprensión de la reactividad molecular y aprovechan la disponibilidad de enormes cantidades de información, así como en los grandes avances instrumentales que facilitan la planificación de la síntesis de los fármacos de interés asistida por IA.

Las nuevas técnicas de síntesis asistida por algoritmos tienen como objetivo minimizar las manipulaciones experimentales realizadas por humanos y lograr la máxima fiabilidad y eficiencia en los experimentos requeridos para llevar a cabo la síntesis química correspondiente.



Aplicaciones de IA en el laboratorio

La creación de un sistema de aprendizaje robusto para la síntesis de moléculas es un objetivo ambicioso que ha estado presente en el horizonte de la química durante décadas. Sin embargo, con los avances recientes en la IA y la robótica es posible que este objetivo se vuelva realidad en un futuro no muy lejano.

Como en la novela, Víctor Frankenstein sabía que un órgano fundamental en un organismo vivo es el cerebro, ya que éste le permitiría al monstruo moverse, aprender, adaptarse y, por supuesto, tomar decisiones propias.

¿Te imaginas que en un futuro puedan existir laboratorios completamente autónomos para diseñar y preparar cada uno de los fármacos que ayudan a curar enfermedades?

Efectivamente, nos encontramos en una época apasionante, en la que la tecnología y la automatización están haciendo posible lo que antes parecía ficción. Muchos químicos e ingenieros químicos sueñan con la disponibilidad de una máquina inteligente que tenga

la capacidad de sintetizar los fármacos de interés, sin la intervención humana.

Aunque los recientes avances en la automatización han reducido el tiempo y el esfuerzo necesario para realizar operaciones químicas, el desarrollo de rutas sintéticas para la preparación de nuevos fármacos sigue siendo un proceso manual, que requiere una gran inversión de tiempo y talento. Sin embargo, se espera que las más recientes innovaciones tecnológicas en automatización, robótica e informática, los avances actuales en la comprensión de la química, así como en la síntesis y caracterización de las sustancias químicas sean el catalizador que permita el desarrollo autónomo de la síntesis química de fármacos.

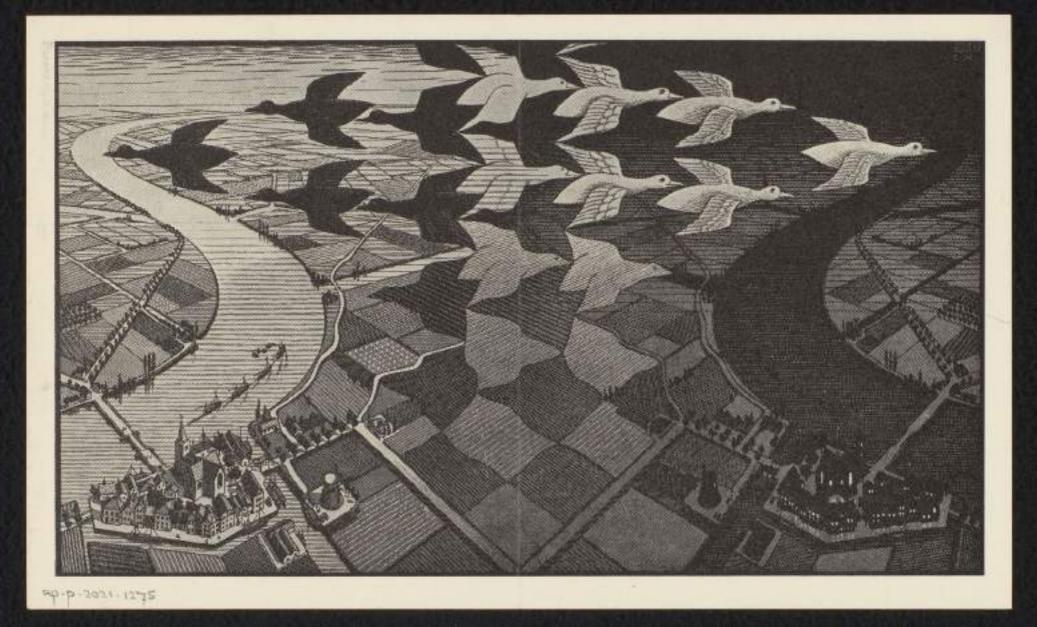
Un catalizador puede entenderse como un moderador o un coordinador, que ayuda a las moléculas a comunicarse y trabajar juntas de manera eficiente para lograr la reacción química, pero no significa que sea parte del producto final. Por lo tanto, no debe consumirse en la reacción.







wikimedia.org/w/index. php?curid=35966994



El pequeño lagarto de *Reptiles* (1943) comenzó como un animal de plastilina colocado encima de un escritorio; por su parte la oruga de *Animalito rodante* y *Casa de escaleras*, litografías ejecutadas en 1951, nació como un insecto de arcilla. La mano derecha de Escher, así pues, sí sabía lo que hacía la izquierda, pero no podía intervenir para nada. El arte elige su hemisferio.

Los artículos que el periodista Israel Shenker escribió para las revistas *Time* y *Life* en 1951 lograron que Escher empezara a ser requerido como conferencista: el cruce entre arte y ciencia, explorado por el holandés desde su segundo viaje a la Alhambra en Granada, atrajo la atención del público.

En una charla ofrecida en 1953, Escher hizo una declaración de principios que lo marcaría durante el resto de su carrera: "No dispongo de una formación en las ciencias exactas ni de conocimientos especializados — señaló—. [No obstante] a menudo me siento más próximo a los matemáticos que a mis colegas de profesión." Como para refrendar esta proximidad, Escher recibió una invitación para exponer en el marco del Congreso

Internacional de Matemáticas, que se celebró en Ámsterdam en septiembre de 1954; su muestra individual se inauguró en el Museo Stedelijk.

Durante el congreso, Escher conoció a un personaje que sería una enorme influencia para su obra: el anglocanadiense Harold Scott MacDonald Coxeter. Considerado como uno de los mayores geómetras del siglo veinte, Coxeter condujo a Escher al mundo de los teselados hiperbólicos, que, estudiados con rigor desde finales del siglo diecinueve, fascinaron al artista. Así nació un nuevo amor geométrico.

A partir de que entró en contacto con los teselados, Escher refrendó su teoría de la división regular del plano, misma que había resumido en un cuaderno titulado División regular del plano con polígonos asimétricos congruentes (1941). Paciente pero tenaz, el artista amplió ese cuaderno a lo largo de los años a medida que se incrementaron sus hallazgos matemáticos. Uno de los mayores hallazgos fue justamente el que el holandés efectuó gracias a Coxeter, quien fue uno de los grandes estudiosos de los teselados, esos diseños de figuras

geométricas que cubren un plano por entero y que fueron ordenados para su estudio sistemático por el cristalógrafo E. K. Fiódorov, el matemático Camille Jordan y la psicóloga Camila Rial entre 1869 y 1891.

Los teselados dieron una justificación científica a la fascinación que Escher había sentido por los mosaicos de la Alhambra. Nacido en el Congreso Internacional de Matemáticas en Ámsterdam, el nexo entre Escher y Coxeter se estrecharía con el tiempo; como prueba de amistad y afecto, el primero obsequiaría al segundo su xilografía Límite circular I (1958). Geometría, matemáticas y arte gráfico afianzaron sus entrecruzamientos desde entonces. El universo escheriano se ensanchaba.

Debido al ajetreo provocado por las exposiciones que montó, Escher sólo pudo producir dos obras nuevas durante 1954. Realizadas con la técnica de la xilografía, en ambas piezas se nota el interés cada vez más profundo del artista por la geometría: *Intersección de tres planos* y *Planetoide tetraedro*. La primera muestra escheriana de 1954 tuvo lugar en el mes de septiembre en Ámsterdam; la segunda sacó al holandés de Europa.

Invitado por la ahora extinta Whyte Gallery de Washington DC, Escher debutó en tierras americanas entre octubre y noviembre; la exposición, que presentó un vasto panorama de su obra, fue un éxito rotundo, ya que se vendieron más de cien grabados, el primero de los cuales fue *Sueño* (1935), adquirido por el arquitecto Eric Menke. Fue así como Escher entabló con el mundo de los coleccionistas estadounidenses una relación que resultaría muy provechosa. En febrero de 1955 el artista se mudó con su familia a una nueva casa en Baarn, una pequeña ciudad a orillas del río Eem: la celebridad no lo hizo renunciar a Holanda. Año con año, entre 1955 y 1961, emprendería un viaje por mar a Italia. El holandés errante recuperaba los territorios de su juventud.

En abril de 1955, dos meses después de mudarse a Baarn, Escher se enteró de una noticia que lo asombró. En la mañana del 27 de abril un representante del alcalde de la ciudad fue a casa del artista, que lo recibió en ropa informal. El motivo de la visita quedó claro después de que el funcionario rechazara dos veces la invitación a sentarse: la reina de Holanda había decidido otorgar a Escher un importante nombramiento, Caballero de la Orden de Orange-Nassau.

Los teselados dieron una justificación científica a la fascinación que Escher había sentido por los mosaicos de la Alhambra. Nacido en el Congreso Internacional de Matemáticas en Ámsterdam, el nexo entre Escher y Coxeter se estrecharía con el tiempo; como prueba de amistad y afecto, el primero obsequiaría al segundo su xilografía Límite circular I (1958).







Junto con la Orden del León Neerlandés, la condecoración dada al artista reconoce méritos civiles en beneficio de la sociedad. En una carta dirigida a Arthur, su segundo hijo, Escher expresó su desconcierto ante este evento que no dejaba de divertirlo: "¿Te habrías imaginado -preguntó- que algún día me vería arrastrado a la escena espantosa y vana de la burocracia?" En la misma carta Escher se describió como un ermitaño "alejado del bullicio y las intrigas del mundo". La condecoración no alteró en lo absoluto el ritmo de trabajo del artista, que en 1955 produjo varios grabados de relevancia. Libe-

facebook.com/hipocritalector

el arte salva de cualquier atadura. El nombramiento como Caballero de la Orden de Orange-Nassau colocó a Escher en la mira de la política internacional. A partir de 1955 su talento fue requerido por diversos mandatarios y soberanos a quienes fascinaban sus diseños. Desde su casa, ajeno al mundanal ruido, Escher siguió la exploración de su universo interior: el exterior era sólo un murmullo.

ración, una litografía creada ese año, resulta simbólica:

De 1955 datan varias piezas, por ejemplo Profundidad, Tres mundos y Cóncavo y convexo. Mientras que Profundidad remite al fragor de la maquinaria bélica, Tres mundos retrata la pacífica convivencia natural; por su parte, Cóncavo y convexo recupera el estudio de espacios relativos patente en Arriba y abajo (1947) y el ya mencionado Casa de escaleras. Corteza, otro grabado de 1955, adelanta tanto la preocupación que Escher mostraría por la banda de Moebius como una de sus litografías más célebres, Lazo de unión (1956). El año en que se fecha Lazo de unión trajo una nueva inquietud para el artista: cómo fijar el infinito en un plano bidimensional.

El bienio comprendido entre 1956 y 1958 fue de intensa actividad para el holandés, que siguió cosechando los frutos del éxito. Para empezar, la venta de su obra en Estados Unidos aumentó sustancialmente: ciento cincuenta grabados en tan sólo un año. Gracias a estas operaciones el artista recibió un cheque por más de dos mil dólares, una cifra considerable para aquella época.

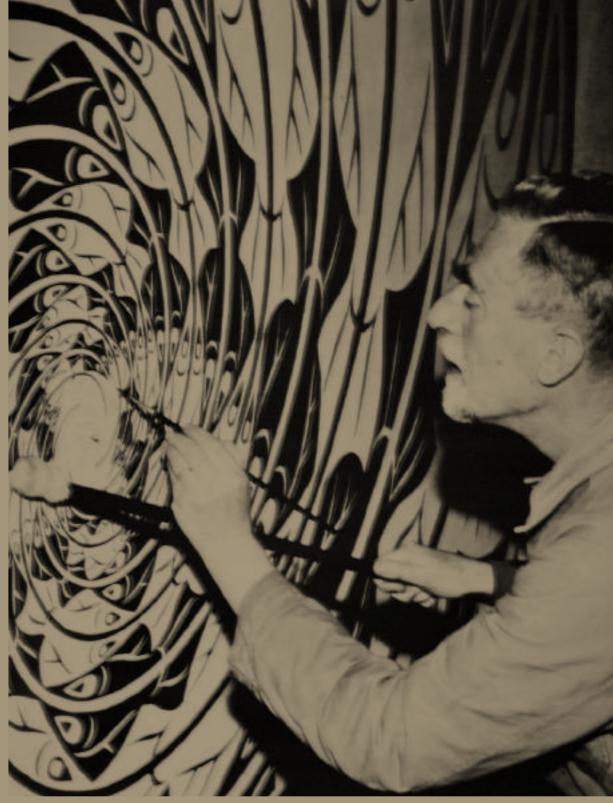


Foto: Pedro Ribeiro Simões from Lisboa, Portugal - The Artist [Maurits Cornelelius Escher] working at his Atelier, CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=95553005

El nombramiento como Caballero de la Orden de Orange-Nassau colocó a Escher en la mira de la política internacional. A partir de 1955 su talento fue requerido por diversos mandatarios y soberanos a quienes fascinaban sus diseños.

Desde 1956, Escher comenzó a mostrar un interés cada vez mayor por la representación del infinito en planos finitos; ese interés se despertó con la lectura de un texto de H. S. M. Coxeter, el geómetra con quien había trabado una sólida amistad. Dicho texto incluía un diagrama de reducción de figuras a partir del centro de un círculo, y Escher se abocó a reinterpretarlo; notable y sugerente. la reinterpretación implicaría varios grabados que se cuentan entre lo mejor de la vasta producción esche riana. Tres obras captan el infinito del artista: Cada vez más pequeño (1956), Remolinos (1957) y Sendero de la vida II (1958). En 1995, muchos años después de la muerte de Escher, Coxeter diría que el artista había entendido sus conceptos "al milímetro".





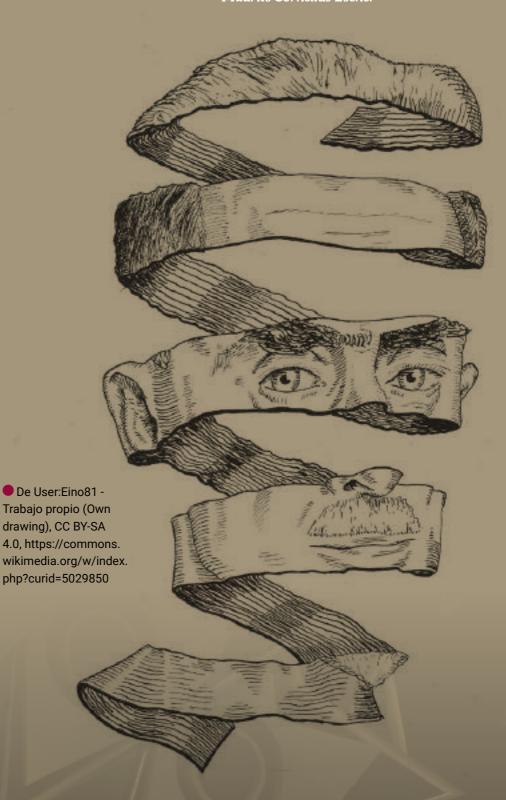
Firmado por dos matemáticos ingleses, Lionel Penrose y su hijo Roger, el texto describía objetos imposibles entre los que se encontraba la llamada escalera infinita o de Penrose, basada en el triángulo que Roger tipificó en 1958. Roger había asistido al Congreso Internacional de Matemáticas celebrado en Ámsterdam en 1954: ahí conoció la obra escheriana. De regreso a Inglaterra, el matemático empezó a idear objetos influidos por la visión de Escher. El arte incidió con fuerza en la ciencia.

Impactado por la escalera infinita creada por los Penrose en 1959, Escher concibió su aplicación artística. En abril de 1960 mandó una carta a padre e hijo en la que les decía que la escalera había inspirado una nueva obra, Subiendo y bajando, que les hizo llegar "como una muestra de afecto". En agosto del mismo año, el holandés acudió al Congreso de la Unión Internacional de Cristalografía que se llevó a cabo en Cambridge; invitado por la profesora Caroline MacGillavry, fue el único artista del evento.

Su charla sobre simetría triunfó, y la admiración que le profesaba MacGillavry acabaría por producir Aspectos simétricos de los dibujos periódicos de M. C. Escher (1965). Al cabo de su intervención en Cambridge, Escher viajó por barco a Canadá, y en Ottawa volvió a dar su conferencia sobre simetría. En octubre de 1960 acudió a Boston para impartir la misma charla en el prestigioso Instituto Tecnológico de Massachusetts. Meses después el artista sueco Oscar Reutersvärd obtuvo una copia de Subiendo y bajando, la litografía escheriana; llamado el padre de los objetos imposibles, Reutersvärd previó la escalera de Penrose en 1950: el arte, parafraseando a Jorge Luis Borges, crea a sus precursores. A lo largo de los años sesenta Reutersvärd envió varias cartas de admiración a Escher, quien sin embargo nunca respondió. Roger Penrose tuvo noticia del trabajo pionero de Reutersvärd hasta 1984. Arte y ciencia suben y bajan por la misma escalera.

MAURICIO MONTIEL FIGUEIRAS Escritor, editor y traductor mexicano. Sus libros más recientes son El funeral (2023) y Señor Papas (2024). formación en las ciencias exactas ni de conocimientos especializados. [No obstante] a menudo me siento más próximo a los matemáticos que a mis colegas de profesión."

Maurits Cornelius Escher



Gerardo Herrera Corral

ste año 2025 estaremos en el máximo del Ciclo 25.

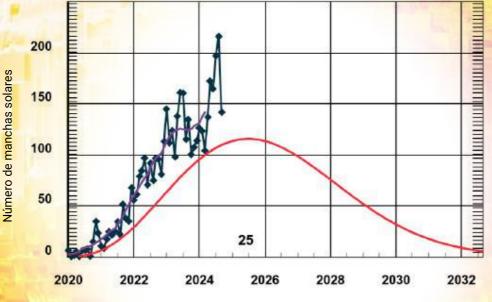
Y es que cada once años el Sol invierte su campo magnético haciendo que el polo Norte se transforme en Sur y viceversa, fenómeno que trae consigo un aumento en el número de manchas solares. Durante el año 2025 estaremos en el máximo de este ciclo para que luego comience la disminución en el número de manchas.

Esta variación regular se ha venido observando desde 1775 y ahora nos encontraremos en el ciclo 25 desde que se inició el registro. Curiosa coincidencia que el ciclo 25 ocurra en el año 2025.



Mercurio Wolante

Progresión del número de manchas solares en el ciclo solar del ISES



Tiempo universal



Fuente: Centro de predicción del clima espacial

MÍNIMO SOLAR MÁXIMO SOLAR

La primera variación oscilante observada se dio entre 1775 y 1766. El periodo presente comenzó en diciembre de 2019 cuando, durante un largo periodo de 274 días el Sol no tuvo una sola mancha solar. Desde entonces el número ha ido aumentando y se predice que el ciclo veinticinco terminará en 2030 aunque estas subidas y bajadas pueden llegar a durar más de once años extendiéndose hasta 13 o reduciéndose a 9 años. Los cambios no son precisos en el periodo de once años.

El máximo de manchas solares podría ocurrir en julio del presente año con alrededor de 115 de estas pero las predicciones son difíciles de hacer. Cuando el Sol alcanza su máxima actividad las fulguraciones son más frecuentes. Estas vienen acompañadas por emisiones de rayos X que tardan 8 minutos en llegar hasta nuestro planeta.

Cuando la radiación alcanza las capas superiores de la atmósfera ioniza los átomos que la componen para que estos sean absorbidos en la ionosfera. Si la ola de radiación llegase a ser muy fuerte esta puede deformarse ocasionando problemas en las comunicaciones de radio. El campo magnético de nuestro planeta nos protege desviando a las partículas cargadas a lo largo de las líneas magnéticas de la magnetósfera.

Los eclipses solares son de particular interés cuando hay máximos de actividad solar. El 29 de marzo de este año ocurrirá un eclipse parcial de Sol, pero este no será visible en México. Las regiones donde será visto son Groenlandia, Canadá, Europa, norte África y Rusia. Considerando que en esta ocasión el Sol presentará una actividad inusualmente alta los expertos podrán observar efectos especiales en iluminación, una corona con más erupciones y prominencias, llamaradas solares y eyecciones de masa coronal.

Existen otros ciclos con duraciones mayores y con mayor influencia en el clima de nuestro planeta. El ciclo de Gleissberg por ejemplo tiene una duración de 85 años con variaciones de 15 años. El máximo de este ciclo fue en 1960 de manera que estamos a 65 años, en plena subida al máximo que ocurrirá en 2045.









A diferencia de las neuronas, los astrocitos carecen de axones y dendritas, por lo que no conducen potenciales de acción ni presentan propiedades eléctricas de excitabilidad. Su función principal es capturar neurotransmisores para mantener un nivel basal estable y liberar gliotransmisores, como el glutamato, que modulan la transmisión sináptica, la plasticidad y la excitabilidad neuronal, entre otras muchas funciones. Cuando los astrocitos fallan, las personas experimentan síntomas de depresión severa con falta de motivación.

Durante mucho tiempo se creyó que los astrocitos solo servían para sostener a las neuronas, pero los avances en neurociencias revelan que regulan el comportamiento relacionado con las emociones y la motivación. Esta última se entiende como el estado interno del cerebro que dirige los comportamientos hacia un objetivo.

Los astrocitos forman parte de una triada funcional junto a las neuronas y los vasos sanguíneos del cerebro. Visualizar esta estructura durante un proceso creativo lleno de emociones, que acelera el ritmo cardiaco, sugiere que un flujo sanguíneo elevado podría dejar una

huella en dicha triada. Esto concuerda con un estudio reciente de 2024, de Benjamin Deneen y colaboradores, quienes descubrieron que los astrocitos también tienen la capacidad de almacenar memorias.

Según esta interpretación, la creación musical implicaría la formación de memorias musicales en los astrocitos, mientras que en la literatura se formarían memorias literarias. Sería algo similar a los antiguos discos de acetato, donde una aguja traza surcos al compás de la música. Del mismo modo, un acto creativo deja una marca que se convierte en una obra, y la apreciación de esa marca por parte del espectador genera emociones similares a las experimentadas por su creador.

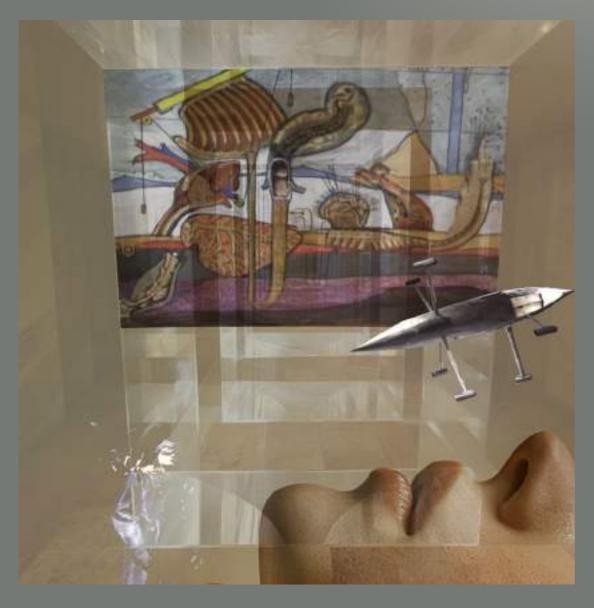
Las obras creativas son multisensoriales porque nacen de una realidad tangible. Las obras creadas en la música y la literatura evocan visiones, sonidos y hasta aromas, como los ecos de las calles de Comala en Juan Rulfo, o el olor a agua salada en "El viejo y el mar" de Ernest Hemingway.

El paleontólogo George Poinar especula que los nematodos aparecieron hace unos mil millones de años, poco después de los hongos y las bacterias, siendo una de las formas de vida más ancestrales. Este invertebrado posee un sistema nervioso primitivo y produce dopamina, una de las moléculas relacionadas con la motivación.

En 1997, Eisenhofer y sus colegas descubrieron que casi el 50 % de la dopamina en el cuerpo humano se produce en el tracto gastrointestinal. Si prescindimos de la dimensión cognitiva de la motivación y nos centramos en sus funciones básicas, podemos inferir que tanto los nematodos como los vertebrados experimentan un estado de motivación para alimentarse. De manera análoga, ciertos nervios conectados a la piel también generan dopamina.

En el cerebro humano, pequeñas regiones como la sustancia negra y el área ventral tegmental producen dopamina. Estas áreas presentan un tono oscuro debido a la neuromelanina, similar a la que se encuentra en la piel. Parecería que algunas funciones de la piel, así como las del tracto gastrointestinal, también se trasladaron al cerebro durante la evolución para continuar su misión.





En el cerebro humano, pequeñas regiones como la sustancia negra y el área ventral tegmental producen dopamina. Estas áreas presentan un tono oscuro debido a la neuromelanina, similar a la que se encuentra ei la piel. Parecería que algunas funciones de la piel, así como las del tracto gastrointestinal, también se trasladaron al cerebro durante la evolución para continuar su misión.



Aquí es importante detenernos para mencionar que por muchos años se creyó que la dopamina produce placer, pero no, ya que experimentos recientes en ratones a los que se les bloquean los receptores de dopamina en el cerebro aún experimentan placer por el sabor dulce.

Estudios de imágenes de resonancia magnética funcional del humano muestran que diversos tipos de placer, sino todos, dependen de las mismas zonas del cerebro; por ejemplo, la corteza orbitofrontal, la ínsula, el pálido ventral, el núcleo accumbens y la amígdala, aunque aún hay controversia de la completa participación de algunas de estas áreas.

El placer, traducido como "hedoné" en griego, da origen al término hedonismo. Las primeras teorías hedonistas se atribuyen a Aristipo de Cirene y a Epicuro de Samos, quienes propusieron que el placer es el bien supremo.

Si volvemos a los nematodos y a su producción de dopamina en el sistema gastrointestinal, podemos imaginar que el cerebro genera estados de motivación similares, mediante la liberación de dopamina durante el acto creativo. Sin embargo, es probable que dichos sistemas puedan, a final de cuentas, activar a los circuitos del estado hedónico del cerebro para iniciar o no la sensación de placer. Esta posible conexión entre los circuitos cerebrales hedónicos y la experiencia creativa sugiere que la creación artística depende no solo de la dopamina, sino de otros neurotransmisores asociados al hedonismo.

Con este esquema, podemos imaginar que las neuronas dopaminérgicas cooperan con los astrocitos para enviar información adecuada de motivación a muchas áreas cerebrales, como el estriado, las áreas neuronales hedónicas responsables del placer, las áreas de la memoria y del control emocional. Sabemos que, además de la dopamina, muchos neurotransmisores como las endorfinas y la oxitocina, entre otros, participan en la regulación del placer y las emociones. Ello nos sugiere que un acto creativo artístico tiene una gran contribución hedónica.



El apoyo a las actividades artísticas podría funcionar como una estrategia social para prevenir el abuso de drogas. Si los circuitos dopaminérgicos de la motivación y los circuitos neuronales superiores del hedonismo ya están activos a través del arte, la búsqueda de estímulos hedónicos artificiales se reduce considerablemente, o se hace innecesaria.

No sería la primera vez que medidas sencillas solucionan problemas complejos. El médico Ignaz Semmelweis demostró que el simple acto de lavarse las manos redujo la mortalidad en hospitales de un 18 % a un 2 %. De forma análoga, apoyar la creación artística puede ser una herramienta poderosa para mejorar la salud hedónica social.

Los creadores de arte podrían implementar proyectos conjuntos con incidencia a nuestras sociedades humanas, que contribuyan a mantener esa salud hedónica social, tan necesaria en nuestros días, en que las drogas están devastando millones de cerebros que desconocen cómo funciona su mundo neuronal interior.

Lo fascinante de las neuronas dopaminérgicas y los astrocitos es que actúan como un director de orquesta invisible que guía la motivación de los actos de creación. Allí, en la penumbra del cerebro, se las ingenian para ayudar a trazar emociones y memorias que pueden llegar a crear una realidad artística.

El arte nos humaniza y nos recuerda que somos cuerpos vulnerables que sienten, con mentes que imaginan y manos que dejan huellas en lo escrito, en la música, y cualquier obra de arte. Cada obra artística, es un intento de iluminar la oscuridad que nos rodea. Y, al igual que los surcos de un viejo disco, las obras de arte seguirán vigentes y reproduciendo su música mucho después de que la aguja creadora original haya dejado de vibrar.





Y LA TEORÍA DE CUERDAS

Un poco de Ciencia es bueno hasta para los que quieren conocerlo

Lorenzo Díaz Cruz

lgunas veces, al concluir alguna de mis pláticas de divulgación sobre temas de la Física de Partículas Elementales y el Cosmos, suele ocurrir que alguien levante la mano para preguntar algo como: "¿Y con lo que ustedes han estudiado del big bang, es posible seguir creyendo en Dios?".

Algunas veces respondo de manera diplomática, afirmando que la ciencia estudia los "porqués" de la naturaleza, pero no los "para qué", y que cuestiones como la trascendencia de la vida o la búsqueda de la belleza son aspectos que escapan al dominio de la ciencia. Otras veces, cuando noto una curiosidad más intensa de quien formula la pregunta, les respondo con otra pregunta: "¿Qué entiendes por Dios o cómo lo defines?"

Aunque es la filosofía la que se plantea los interrogantes más profundos de la humanidad, incluida la posible existencia de Dios, también la ciencia lo hace de alguna manera. Por ejemplo, al avanzar la cosmología en el conocimiento del universo, incluido su nacimiento y eventual destino, podría decirse que la ciencia limita los alcances de una posible intervención divina en ese tema.

Para los materialistas más rigurosos simplemente se niega la posibilidad de que exista un ente todopoderoso que rija el comportamiento de los seres humanos, mientras que en el otro extremo, las personas muy creyentes niegan cualquier desviación de lo que dicta su doctrina religiosa.









facebook.com/hipocritalector

Si hubiera muchos universos, es posible que se puedan etiquetar con cada una de esas teorías. Y si fuera factible que algunos de esos universos dieran lugar a alguna forma de vida inteligente, con su ciencia y sus matemáticas, cada uno de ellos concluiría que más arriba de su realidad, hay una teoría unificadora, y solo una, que se alcanzaría a muy altas energías.

Si una simple teoría física ofrece tantas posibilidades, ¿no sería posible esperar que todas las religiones que incluyen el amor, la bondad, la solidaridad, admitan que hay más de un camino para acercarse a esa divinidad que dicen representar?

Finalmente, cabe preguntar si hay algo del mundo religioso que pueda ser apreciado por la comunidad científica. Cabe decir que entre esa comunidad hay todo un espectro de opiniones y actitudes, desde aquellos científicos comprometidos con la paz y la justicia, con un alto sentido de responsabilidad y ética.

Pero también existen aquellos que no dudan en apoyar proyectos bélicos, o desarrollos tecnológicos que privilegian la ganancia sobre el bienestar de la humanidad, con riesgos para el medio ambiente. Para estos últimos, quizás sería bienvenida la atención a lo más básico del mensaje religioso, algo que los motive a reconsiderar su papel como generadores de conocimiento.

Aunque esto mismo puede venir simplemente de mirar la imagen de la tierra desde Saturno, nuestro pequeño punto azul, como la llamó Carl Sagan, algo que debería conmover a todo el mundo, creyente o no, con formación científica o sin ella.

Finalmente, cabe preguntar si hay algo del mundo religioso que pueda ser apreciado por la comunidad científica. Cabe decir que entre esa comunidad hay todo un espectro de opiniones y actitudes.

LORENZO DÍAZ CRUZ

Doctor en Física por la Universidad de Michigan. Obtuvo el Premio Estatal Puebla de Ciencia y Tecnología en 2009. Fue merecedor de la Medalla de la DPyC-SMF (División de Partículas y Campos, Sociedad Mexicana de Física) en 2003 por su trayectoria en física de altas energías. Pertenece al SIN Nivel III. Realizó estudios en temas de educación en el Seminario CIDE-Yale de Alto Nivel en 2016. Es autor del libro El muchacho que soñó con el bosón de Higgs.







Rosalía Pontevedra

i algo aprendemos de las intrigantes novelas de Agatha Christie es que nada y todo puede ser venenoso, quizás mortífero, dependiendo de la dosis. ¿Cómo se explica su tremendo éxito, desde que en 1921 publicara el primero de sus relatos, inscritos en la literatura negra?

En su caso se trata de una serie de felices acontecimientos. Nacida en el seno de una familia acomodada, sus expectativas a principios del siglo XX eran muy li-

mitadas, dada su condición femenina en una sociedad patriarcal y sorda.

Sin embargo, gracias a su talento natural consiguió aprender los intrincados trucos de la farmacología, al ofrecerse como voluntaria durante la Primera Guerra Mundial. Ahí se ganó un lugar limpiando platos y pisos, ayudando a las enfermeras a atender a los heridos, estudiando lo que las moléculas químicas que podían acelerar su curación o su muerte tenían que revelar.

33



 Agatha Christie y Max Mallowan en su casa de Winterbrook, 1950. Según la National Portrait Gallery de Londres, el fotógrafo es desconocido. National Portrait Gallery, London, Dominio público, https://commons.wikimedia.org/w/index. php?curid=98791450

Al cabo del tiempo la joven autodidacta publicó The Mysterious Affair at Styles, un éxito inmediato de librería. Atrajo la atención del público, de la crítica literaria y de la comunidad científica, la cual alabó su rigor al mezclar piezas clave de la trama con secretos de toxicología que resultan verosímiles tanto para el lector común como para el sabio.

Al estallar el segundo conflicto armado de escala mundial volvió a enlistarse con objeto de servir. Fue asignada al University College Hospital de Londres. Ahí se mantuvo al tanto de los fármacos que pueden aliviarnos o matarnos; coleccionó una importante documentación acerca de docenas de casos de la vida real, sucesos que enriquecieron su ficción.

No debe extrañar, por ende, que Christie haya vendido más de dos mil millones de ejemplares de sus 66 novelas, 14 libros de cuentos y tres obras de teatro, traducidos a más de cuarenta lenguas alrededor del mundo.

Quienes han estudiado su vasta obra literaria, han hallado cuarentaiún casos de asesinato, intentos de homicidio y suicidios a lo largo de sus relatos. ¿Los venenos favoritos? Cianuro y arsénico, clásicos; la morfina y la estricnina, modernos.

Agatha Christie, siendo una joven autodidacta publicó The Mysterious Affair at Styles, un éxito inmediato de librería. Atrajo la atención del público, de la crítica literaria y de la comunidad científica, la cual alabó su rigor al mezclar piezas clave de la trama con secretos de toxicología que resultan verosímiles tanto para el lector común como para el sabio.





• De autor desconocido. Mathew Prichard y Agatha Christie (2013-01-17). "The Grand Tour: Letters and photographs from the British Empire Expedition 1922" (HarperCollins Publishers. Kindle Edition., Dominio público, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32582799

En un espléndido libro (A is for Arsenic. The Poisons of Agatha Christie, 2015), Kathryn Harkup nos ofrece una guía clara sobre la manera como los implicados buscan salirse con la suya, mientras que la entrometida y astuta señora Marple, y el refinado detective belga, Hércules Poirot, develan el misterio. Todo a través del cristal de la química farmacológica, en particular, la rama de la toxicología.

Christie también fue una devota jardinera, afición que se refleja en las diversas sustancias tóxicas que tientan a las mentes criminales. Toda una lección de farmacopea puede encontrarse en esta emocionante, a veces electrizante ficción arropada por la ciencia. Así, nombres comunes, que a veces nos suenan hasta inofensivos (léase la nicotina, el aceite de ricino, las semillas de Calabar, una leguminosa africana), en su preparación y dosis adecuada, pueden confundir a los forenses, simulando un suicidio o una sobredosis autoprovocada, cuando en realidad se ha tratado de un homicidio.

Es importante hacer notar un par de aspectos que Harkup puntualiza en su libro. En los inicios de siglo XX la ciencia ya se hacía en el sistema métrico decimal, cosa que tuvo enormes, en ocasiones letales consecuencias para los países acostumbrados a guiarse por el sistema inglés, provocando que se realizasen conversiones erróneas.





Así, nombres comunes, que a veces nos suenan hasta inofensivos (léase la nicotina, el aceite de ricino, las semillas de Calabar, una leguminosa africana), en su preparación y dosis adecuada, pueden confundir a los forenses, simulando un suicidio o una sobredosis autoprovocada, cuando en realidad se ha tratado de un homicidio.

Christie vivió una extraordinaria época: el despertar de la ciencia química, años en los que se incorporó de manera más racional y sistemática sustancias conocidas de tiempo atrás por la sabiduría popular, y al mismo tiempo se empezaron a crear nuevos fármacos.

Además, si bien es cierto que Christie es meticulosa, diríamos incluso que se regodea describiendo la preparación de venenos, es igualmente verdadero que los métodos de control y detección de sustancias potencialmente venenosas se han refinado tanto que es casi imposible evadirlos. Si no, pregunten a los deportistas que se han atrevido a cruzar la raya del *antidoping*.

En 2025 se cumplen 135 años del nacimiento de esta genial autodidacta, curiosa impertinente que nos lleva de la mano por el universo complejo de las pasiones humanas mediante su magistral literatura, pintada con las diversas formas del humor irónico y pasada por el tamiz de la ciencia atenta a las transformaciones moleculares.



ROSALÍA PONTEVEDRA Escritora de ciencia, radica en Madrid.



De Diagram Lajard - Trabajo propio, Dominio público, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=72095714





EVOLUCIÓN DEL SISTEMA INMUNE: de la Peste Negra al Covid-19

Mario de la Piedra Walter

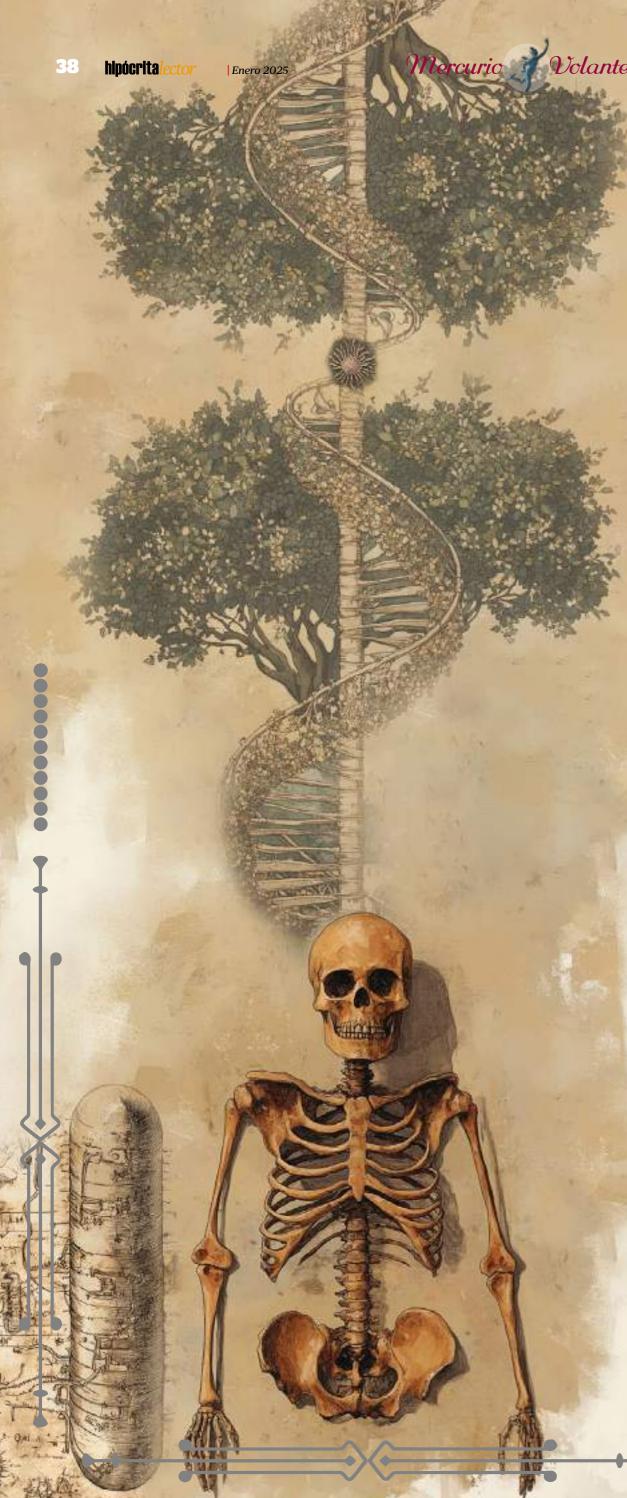
inco años han pasado desde la pandemia de SARS-CoV-2 y, para los que no sufren los estragos del COVID-persistente, el 2020 parece tan solo un mal recuerdo. Los peores años en la historia siempre se han relacionado con las épocas de pandemias. Basta recordar el año 1349, cuando la peste negra borró la mitad de la población europea, o el año 1918, cuando la influenza H1N1 o "muerte púrpura" acabó con la vida de más de cincuenta millones de personas.

Para el historiador medieval, Michael McCormick, el año 536 se perfila como candidato al más infame. Después de la erupción de un volcán en Islandia, grandes cantidades de azufre se acumularon en la estratósfera y bloquearon la luz solar hasta por dos años, lo que produjo una caída drástica de la temperatura global (invierno volcánico).

Según Cassidorus, un estadista romano, "los rayos del sol eran débiles y de color azul, a medio día no se veían las sombras de los objetos, la luna llena estaba vacía de esplendor y todas las estaciones parecían estar mezcladas." Esto afectó las cosechas, lo que provocó una terrible hambruna.







Yersinia pestis, la bacteria responsable de la plaga (llamada neumónica cuando afecta los pulmones y bubónica cuando afecta los ganglios linfáticos) y que se transmite por las pulgas, es posiblemente uno de los microorganismos más estudiados. Descubierta en 1894 por Alexandre Yersin, un bacteriólogo suizo, su mortalidad es relativamente baja si se trata apropiadamente con antibióticos (11%). Sin embargo, la evolución natural en variantes resistentes a los medicamentos hace de Yersenia pestis un peligro constante, con brotes alarmantes en países como la República Democrática del Congo, Madagascar y Perú. Al año se reportan alrededor de 600 casos de peste alrededor del mundo. En febrero del 2024 en los Estados Unidos, uno de los países más desarrollados, se reportó la muerte por peste bubónica de un hombre en Oregón contagiado por su mascota.

Así como cambios genéticos en la bacteria le han permitido ser más resistente, el sistema inmune del ser humano también ha evolucionado para hacerle frente. Después de todo, compartimos una larga historia con *Yersinia pestis*. En las islas británicas, por ejemplo, se halló ADN de esta bacteria en esqueletos del periodo neolítico. Dado que la plaga bubónica se extendió a casi todos los continentes, es posible que haya generado una presión de selección donde los sobrevivientes transmitieron a las generaciones siguientes las variaciones genéticas que les permitieron sobrevivir.

El sistema antígeno leucocitario humano (HLA por sus siglas en inglés) es un grupo de genes que regulan la producción de proteínas en la superficie de la membrana celular, lo que resulta importante para coordinar la respuesta inmune. Estas proteínas sirven como presentadoras de antígenos para identificar a patógenos invasivos y dirigir a las células de defensa contra ellos.

Variantes en los genes del HLA pueden influenciar la eficacia de la respuesta inmune y, en algunas ocasiones, mejorar las defensas contra ciertos organismos. Es probable que alguna de estas variantes otorgara una ventaja para sobrevivir a los brotes de peste bubónica. En un cementerio alemán del siglo XVI, en la ciudad medieval de Ellwangen, científicos secuenciaron el genoma de treinta y seis esqueletos y lo compararon con el de la población actual.

El sistema antígeno leucocitario humano (HLA por sus siglas en inglés) es un grupo de genes que regulan la producción de proteínas en la superficie de la membrana celular, lo que resulta importante para coordinar la respuesta inmune. Estas proteínas sirven como presentadoras de antígenos para identificar a patógenos invasivos y dirigir a las células de defensa contra ellos.



Descubrieron que variantes en HLA que otorgaban mayor protección contra la plaga se podían encontrar entre los habitantes modernos. Otro estudio en cementerios del norte de Europa de personas que murieron antes, durante y después de la plaga del siglo XIV, encontró que los individuos con una variante en el gen ERAP2 tenían el doble de probabilidad de sobrevivir a la enfermedad que los que no la tenían. Al final de la pandemia europea, hasta un 50% de los individuos cargaban con esta variante.

Se cree que estos mismos cambios genéticos en el sistema inmune, que alguna vez otorgaron mayor protección contra la plaga, son la causa de muchas de las enfermedades autoinmunes actuales en donde las células de defensa reconocen como 'extrañas' a otras células del cuerpo y las atacan.

La variante "protectora" del ERAP2 es conocida por ser un factor de alto riesgo para padecer la enfermedad de Crohn, una inflamación crónica del tubo digestivo que produce dolores intestinales, úlceras y sangrado, y que se asocia a una desregulación del sistema inmunológico.

Del mismo modo, esta variante está presente en la artritis reumatoide, una enfermedad que inflama y destruye las articulaciones. Es decir, la mutación que hizo posible combatir mejor a Yersinia pestis originó un sistema inmune más propenso a errores de autorrecono-

Durante la pandemia del COVID-19, el gen ERAP2 cobró otra vez relevancia. La misma variante que otorgaba protección contra la peste bubónica se asoció a menores probabilidades de enfermar gravemente de COVID, aunque se desconoce el mecanismo. Esto es un ejemplo de como un mismo gen puede tener efectos distintos en diferentes enfermedades. Conforme seamos sometidos a presiones de selección, nuestras defensas seguirán evolucionando. Estudiar la evolución del sistema inmune nos permite entender nuestra respuesta a enfermedades modernas y nos otorga herramientas de prevención ante futuras amenazas.



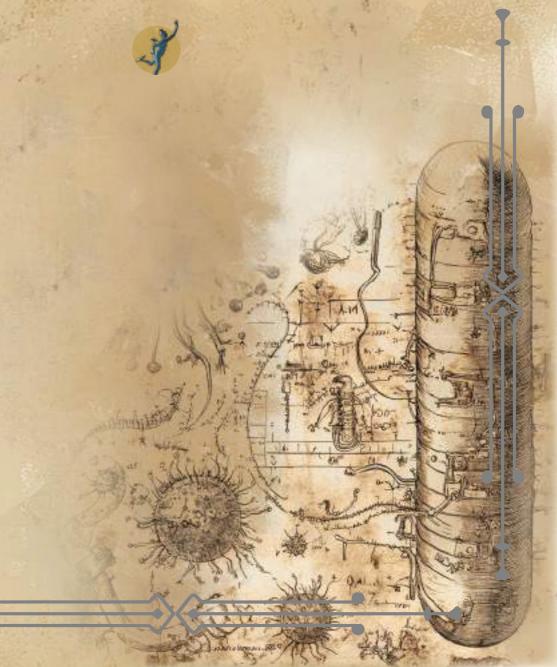
BIBLIOGRAFÍA

·Swali, P., Schulting, R., Gilardet, A. et al. Yersinia pestis genomes reveal plague in Britain 4000 years ago. Nat Commun 14, 2930 (2023).

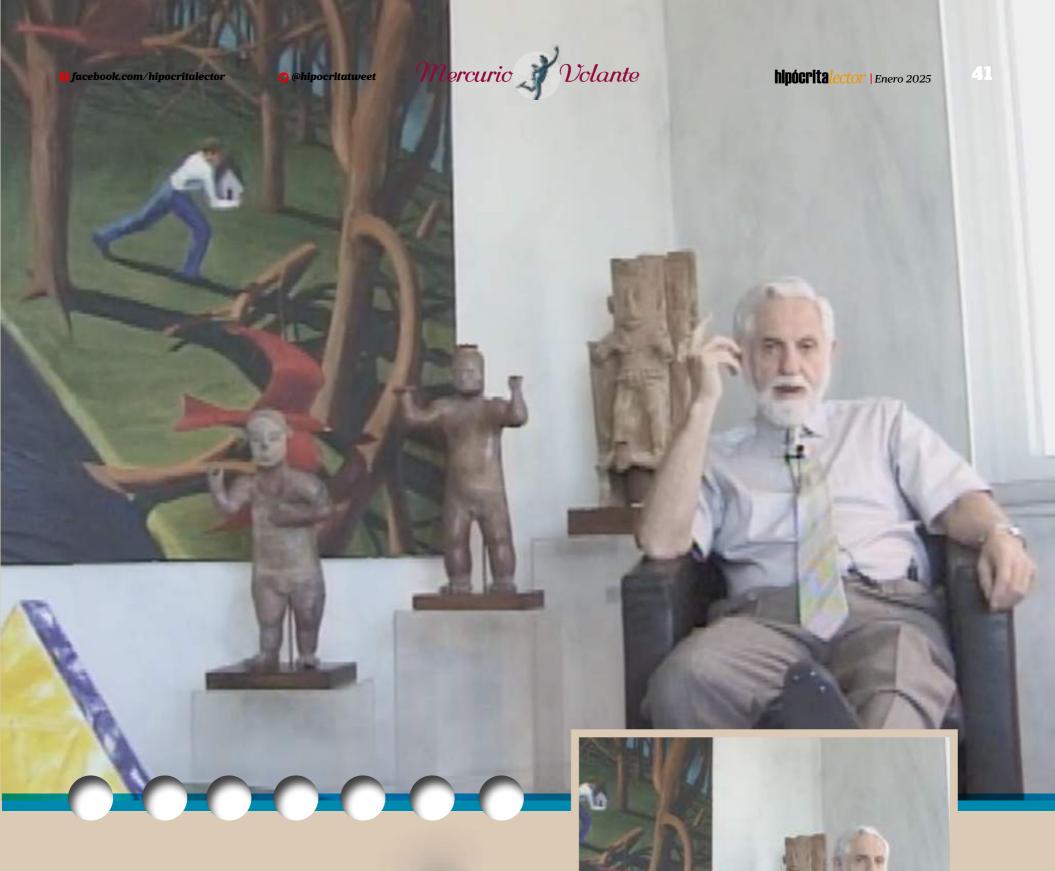
•Klunk, J., Vilgalys, T.P., Demeure, C.E. et al. Evolution of immune genes is associated with the Black Death. Nature 611, 312-319 (2022)

•Cox D. How the bubonic plague rewired the human immune system. BBC (2024)

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







Lo que uno contempla es el símbolo astrológico del Cáncer junto a las fórmulas de las moléculas correspondientes a la primera píldora anticonceptiva femenina, que él contribuyó a su creación, así como a la hidrocortisona, por la cual recibió cuantiosas regalías. Carl recuerda esos días.

"Los laboratorios de Syntex se encontraban en un segundo y flamante edificio en la Ciudad de México, precisamente en la calle Laguna de Mayrán, donde debería al menos colocarse una placa conmemorativa. Fueron días intensos y llenos de imaginación, No había muchos desarrollos inmobiliarios por la zona en esos días; recuerdo que en la esquina únicamente podían comprarse tortillas", asegura.

Cuando Syntex cumplió su quincuagésimo aniversario, Carl fue invitado a la ceremonia.

"Jorge Rosenkranz, Alejandro Zaffaroni y yo decidimos regresar al sitio donde se llevó a cabo el principal trabajo de la primera píldora anticonceptiva femenina y la cortisona", comenta. "En ese momento ya solo quedaba un garage. Entonces me acerqué a una pared grabé mis iniciales: Rosenkranz y Zaffaroni me secundaron".

Si ha existido la excentricidad entre los pensadores de nuestros días, Djerassi fue uno de sus principales exponentes. Derrotó a grandes luminarias de la química, como Robert Woodward, quien con su sofisticado equipo material y su grupo de talentosos colaboradores en Harvard no pudo frente al joven doctor Carl, algunos destacados químicos mexicanos (en particular, Luis Ernesto Miramontes Cárdenas) y una veintena de operadoras locales, quienes en los laboratorios de Syntex de la Ciudad de México consiguieron ganar la carrera por la primera píldora anticonceptiva femenina.

Si ha existido la excentricidad entre los pensadores de nuestros días, Djerassi fue uno de sus principales exponentes. Derrotó a grandes luminarias de la química, como Robert Woodward, quien con su sofisticado equipo material y su grupo de talentosos colaboradores en Harvard no pudo frente al joven doctor Carl, algunos destacados químicos mexicanos (en particular, Luis Ernesto Miramontes Cárdenas) y una veintena de operadoras locales, quienes en los laboratorios de Syntex de la Ciudad de México consiguieron ganar la carrera por la primera píldora anticonceptiva femenina.



Fue el ídolo de muchas mujeres, mientras que otras lo calificaron de un demonio; siempre se negó a ser catalogado como "el padre de la píldora".

"Es solo una sustancia química que puede ayudarnos a vivir mejor, no una panacea", me dijo, "prefiero considerarme como un generador de arte".

Fue un hombre polémico, sin tapujos; criticó fuertemente a quienes establecen diferencias entre lo que es natural y lo artificial. "Todo es natural, las plantas, los animales, insectos, humanos transformamos y creamos artificios. No existe lo artificial".

También supo relacionarse con el magnate del petróleo, Armand Hammer (amigo personal de Vladimir I. Lenin), quien financió las investigaciones que lo llevaron a la primera síntesis de la hidrocortisona, si bien la cortisona fue sintetizada por primera vez en los mismos laboratorios Syntex, junto a Jesús Romo y Octavio Mancera.

De hecho, las novelas y obras de teatro que escribió son originales y sorprendentes por su manera de observar el mundo, sin hablar de su notable colección de pinturas y de arte prehispánico, buena parte donada al Museo de Arte de San Francisco. De igual forma cedió una colección personal de dibujos de Paul Klee al mismo museo.

"¿No cree que los signos abreviados de dicho artista tienen algo de desparpajo, de burlesco?".

Más allá de la abstracción llamada "geométrica", el énfasis en asuntos clave de la pintura, como son el punto, la línea, el plano, el color, no están muy alejados del lenguaje poético y su proceso creativo, cosa que nos permite entender propio método de Carl para encender la imaginación.

Baste un sencillo ejemplo. El rancho en California que convirtió en retiro para artistas llevaba el nombre de SMIP, que, según me dijo él, significaba dos cosas, una en Fue el ídolo de muchas mujeres, mientras que otras lo calificaron de un demonio; siempre se negó a ser catalogado como "el padre de la píldora". "Es solo una sustancia química que puede ayudarnos a vivir mejor, no una panacea", me dijo, "prefiero considerarme como un generador de arte".

inglés: Syntex Made It Possible, refiriéndose a la invención de la píldora; y otra en latín, Sic Manebimus In Pace, que en español significa "Así nos mantendremos en paz".

Carl me invitó al estreno en un céntrico teatro de San Francisco de *Oxígeno*, obra escrita junto con nuestro querido colaborador, Roald Hoffmann, y cuyo tema es el valor y el drama que conlleva querer ser el primero en algo, en este caso haber descubierto el elemento químico que llamamos oxígeno. No podía dejar pasar esa excelente ocasión para entrevistar a uno de los protagonistas de una forma de novelar que surgió en la década de 1990, una especie de costumbrismo cientificista, por llamarlo de alguna manera.

Hablamos del gusto por contar historias; de sus amigos, el fotógrafo francés, Henri Cartier-Bresson, y el dramaturgo Tom Stoppard. ¿A quién admira Carl?



"Iris Murdoch me influyó notablemente. Debo mencionar a Tom (Stoppard) y a un autor británico, David Lodge; respecto de este último, llama poderosamente mi atención, pues si yo hago "ciencia en ficción", él escribe "literatura en ficción". Es decir, crea ensayos iluminadores acerca de las relaciones humanas entre los escritores. También me gusta mucho la poesía de Wallace Stevens", afirma.

Lo primero que saltó durante la conversación fue el hecho de que algo había pasado en el mundo en el momento que Galileo decidió escribir sus famosos Diálogos de la forma en que lo hizo v no de otra. Esto es, en vez de comunicarse en latín, como era la costumbre, lo hizo en italiano. Además, se preocupó por inducir al lector a que obtuviera sus propias conclusiones, sin imponerle supuestas verdades eternas.

Desde entonces el acercamiento del objeto científico y el motivo literario ha ido creciendo conforme gente de ciencia y literatos ensayan el tema. William Wordsworth destejió el arcoíris y escribió vigorosa poesía sobre ello.

"Voltaire hizo surcar a su Micromégas por los planetas errantes", afirmó Carl, "en cierta forma como lo hicieron con sus personajes Osip Mandelstam, Mijail Bulgákov, Raymond Rousell, Lifcadio Hearn, Nathaniel Hawthorne. Jean-Marie Gustave Le Clézio, Adolfo Bioy Casares, Jorge Luis Borges, Lewis Carroll, Ismail Kadaré, Milorad Pavic".

Le recordé una inspirada novela de Daniele del Giudice (Atlas Occidental) sobre el sentido del descubrimiento. Michelle Houlebecq había publicado una extraña ficción, tejida alrededor de la física de las partículas atómicas. Dan Brown, el autor del éxito de librería, El Código de Vinci, lanzó un relato en el que el asunto (el supuesto robo de la antimateria) tiene que ver con la física más teórica y pura que existe (Angeles y demonios). La Ficción Científica, opuesta a la Ciencia Ficción, parecía estar experimentado un auge nunca visto.

Carl Djerassi fue un avezado explorador de las relaciones y sentimientos íntimos de personajes, cuyas vidas acontecen en laboratorios de investigación científica y alrededor de congresos a los que asisten personajes célebres de ese mundo intelectual, autocracia sumamente jerarquizada y donde rige la habilidad de resolver los enigmas que plantea la realidad.

> Fue un hombre polémico, sin tapujos; criticó fuertemente a quienes establecen diferencias entre lo que es natural y lo artificial. "Todo es natural, las plantas, los animales, insectos, humanos transformamos y creamos artificios. No existe lo artificial".





"Las y los investigadores de ciencia conforman una tribu cultural alejada del público", afirma, "están muy entretenidos observando, analizando la realidad con gran detalle, pero se olvidan de su propia realidad emocional. Mis novelas y obras de teatro llaman la atención sobre esta omisión. Me interesa el público en general, sin duda, aunque también me interesa mucho sacudir las conciencias de científicas e investigadores ensimismados, trato de explorar su comportamiento ante los demás y en su propia intimidad".

Un cuento suyo es una obra maestra del relato breve con final sorpresa, donde la ficción se confunde dulcemente con la realidad. Se intitula *Cómo derroté a la Coca-cola*. Carl exhibe ahí su sagacidad, su enorme capacidad histriónica a través de la palabra, su profundo humanismo. En este cuento, la naturaleza y el universo, los dos factores primordiales de la realidad, están entretejidos porque las cosas suceden y son nombradas.

Según me comentó mirando la bahía, con su emblemático puente colgante que se tiende hacia Oakland, quizás lo mejor de esta novelística, donde o bien los científicos son los personajes principales, o sus ideas guían la trama, es el haber aprendido a evitar los riesgos de las metáforas, de no adjetivar a la ligera, tanto en la indagación científica como en la práctica literaria.

La propuesta literaria de Carl fue ambiciosa, en particular a lo largo de su tetralogía formada por *El dilema de Cantor* (FCE, 1993), *El gambito de Bourbaki* (FCE, 1996), *La semilla de Menachem* (FCE, 2000) y *NO* (FCE, 2003). En esas páginas se dio a la tarea de ofrecernos una lectura fresca, original, del acontecer humano a la luz de los descubrimientos científicos y el surgimiento de las ideas que conmovieron el mundo, como el darwinismo y la mecánica cuántica, por citar dos casos conocidos, enmarcada en un realismo que, no obstante, puede adquirir matices fantasiosos.

El precio de la fama y la conducta de aquellos que desearían llegar a la gloria de ser reconocidos, las necesidades atávicas y las obsesiones de un juego en el que no existen las medallas de plata ni de bronce, y donde lo único que importa es llegar primero, es el meollo de *El* dilema de Cantor. "Esta novela despertó la curiosidad no solo entre los lectores legos, sino también entre el mundo académico", comentó Carl, "de manera que se incluyó como lectura en los primeros cursos que se dieron formalmente en universidades, incluso en preparatorias, sobre ética en la investigación científica, sociología de la ciencia, Ciencia, tecnología y Sociedad".

Carl usa *La semilla de Menachem* para retratar la confianza en el valor personal y la búsqueda de un mundo renovado por la posibilidad de la fertilización *in vitro*, a diferencia del mundo que se hace viejo, como nos muestra en *El gambito de Bourbaki*.

En NO, novela que fue lanzada al mercado dos años antes del Viagra, relata el descubrimiento del óxido nítrico como agente responsable de la función eréctil en los hombres, sustancia que también es, ironías de la vida, un desecho muy corrosivo de la industria moderna, el mismo compuesto que provoca la lluvia ácida.

Otros dos libros esenciales de Carl son la novela Marx el difunto (FCE, 1996) y la autobiografía La píldora, los chimpancés y el caballo de Degas (FCE, 1996).

Un cuento suyo es una obra maestra del relato breve con final sorpresa, donde la ficción se confunde dulcemente con la realidad. Se intitula Cómo derroté a la Coca-cola. Carl exhibe ahí su sagacidad, su enorme capacidad histriónica a través de la palabra, su profundo humanismo. En este cuento, la naturaleza y el universo, los dos factores primordiales de la realidad, están entretejidos porque las cosas suceden y son nombradas.







Djerassi nos permite mirar desde adentro el impacto de las necesidades e intereses industriales en las comunidades científicas, en este caso en las empresas biotecnológicas. Como un Balzac de nuestros días, retrata los principios naturales que rigen a las sociedades humanas a partir de la evocación de su época. Su gusto por abordar estos temas en su teatro es una respuesta a una corriente que también ha utilizado con más o menos fortuna la ciencia como una fuente de metáforas y analogías en un escenario. Tal es el caso de Tom Stoppard y Michael Fryn.

Uno de los primeros ejercicios de esta nueva estética ejercida por él a manera de teatro, fue tomar como pretexto los inicios de la biología reproductiva en la obra Inmaculada concepción furtiva. El sexo en la era de la reproducción mecánica (FCE, 2002). Más tarde escribió, junto con nuestro amigo y colaborador, Roald Hoffmann, la obra intitulada Oxígeno, acerca del descubrimiento del oxígeno y convertirlo en una obra de teatro estrenada en San Francisco y luego representada en Londres.

Su asunto es el valor y el drama que conlleva querer ser el primero en algo, empeño que guió la vida de Carl. Además, fue una excelente ocasión para hablar con uno de los protagonistas de una forma de hacer ficción que surgió en la década de 1990, una especie de costumbrismo cientificista por llamarlo de alguna manera.

La obra empieza con un grupo de investigadores y hombres de ciencia de nuestros días, quienes en su descanso entre labores charlan sobre el más grande descubrimiento, según ellos. ¿A qué científico del pasado habrán de otorgarle un equivalente del Premio Nobel, esto es, un "retro" Nobel?

Puesto que los personajes son químicos, pronto se ponen de acuerdo en cuál es el más grande descubrimiento de la humanidad, pero les cuesta trabajo elegir quién fue el descubridor del oxígeno, el elemento natural que es esencial para la vida y la industria humana. ¿Quién fue el primero?

La trama transcurre tratando de dilucidar cuál de los tres ilustres científicos de la época (siglo XVIII) debe llevarse el "retro" Nobel, pues los tres publicaron sus resultados con diferencia de meses. A pesar de los avances tecnológicos, en esa época las comunicaciones no eran tan rápidas como hoy en día y los celos humanos eran los mismos.

¿Acaso fue el distinguido y desgraciado Antoine Lavoisier en París, guillotinado durante la Revolución? ¿Habrá sido el estricto teólogo inglés, Joseph Priestley, o el oscuro boticario sueco, Bernard Scheele? Para Lavoisier y Priestley lo más importante era encontrar qué se había producido en sus experimentos. Sin embargo, también importaba obtener la primicia. La obra nos muestra a un Scheele más interesado en saber, más que en competir.

"Fue Scheele quien aisló por primera vez oxígeno, Priestley se convirtió en el primero en publicar sus hallazgos, Lavoisier fue el primero en entender el fenómeno que sucedía ante sus ojos", asevera. "¿A quién debe dársele la primicia? Recordemos que en este juego no hay medallas de plata y bronce, solo el descubridor y el inventor son reconocidos".

A diferencia de éste y Priestley, quienes seguían creyendo en un elemento extraño que "desaparecía y se reunía con el éter", llamado flogisto, Lavoisier pensaba en la oxidación. Lo que nos quieren decir Djerassi y Hoffmann en su obra de teatro, según me dijo Carl, es que no solo importa quién lo vio primero sino quién lo entendió por primera vez.



Carl Djerassi y Hoffmann abordan en su obra los problemas de ilusión y realidad que suceden en nuestro mundo y la percepción que los humanos tenemos de él. Los empuja la necesidad de representar el mundo, en lugar de describirlo.

De esta manera, si bien Scheele realizó sus experimentos pocos meses antes que los de Prestley y Lavoisier, como he dicho, los dos primeros creían que se trataba de otra cosa, enigmática e inescrutable. En cambio, Lavoisier entendió que se trataba de la existencia de un elemento químico hasta entonces desconocido por los humanos como tal.

Carl Djerassi y Hoffmann abordan en su obra los problemas de ilusión y realidad que suceden en nuestro mundo y la percepción que los humanos tenemos de él. Los empuja la necesidad de representar el mundo, en lugar de describirlo.

La obra con la que concluyó su trilogía teatral se llama Cálculo, la cual fue representada en el New End Theatre de Londres y llevada a la pantalla por la BBC, reabre el asunto espinoso alrededor de la invención del cálculo, disputa que duró treinta años. ¿A quién debe reconocérsele la primicia? ¿A Isaac Newton o a Gottfried Leibinz?

"No existen los héroes buenos en este caso", concluyó, "ni tampoco malos del todo; se trata de humanos conscientes de su talento y que tratan de demostrarlo ante los demás. No son criminales y ni dictadores sanguinarios, solo padecen por sus propios demonios".

Se abre el elevador que me llevará al vestíbulo. Me despido de Carl, echo un último vistazo a la constelación de moléculas químicas que lo hicieron célebre. ¿Y qué es todo esto sino una escenografía puesta en el tiempo para que los lectores comprendamos lo que significa ser humano? Al caminar por las empinadas calles de la ciudad pienso que su obra es clave porque confirma la vocación estética que lo llevó a hacer de la química un arte y de la literatura una ventana abierta a parajes claroscuros de la ciencia.







TRANSFORMACIONES MOLECULARES.



SUPLEMENTO MERCURIO VOLANTE

CARLOS CHIMAL EDITOR

NORMA ÁVILA JIMÉNEZ
ARTURO CAMPOS
JULIÁN D. BOHÓRQUEZ CARVAJAL
ULISES CORTÉS
ALBERTO CASTRO LEÑERO
ANDRÉS COTA HIRIART
FRANCESC DAUMAL I DOMÈNECH
CARMINA DE LA LUZ RAMÍREZ
MARIO DE LA PIEDRA WALTER
LORENZO DÍAZ CRUZ
CARLOS FRANZ
FRANCISCO GARCÍA OLMEDO
SIANYA ALANIS GONZÁLEZ PEÑA

JOSÉ GORDON GERARDO HERRERA CORRAL **ROALD HOFFMANN** EUSEBIO JUARISTI PIOTR KIELANOWSKI JUAN LATAPÍ ORTEGA ELÍAS MANJARREZ ARTURO MENCHACA ROCHA MALIRICIO MONTIFI, FIGUEIRAS CARLOS NARANJO CASTAÑEDA CELINA PEÑA GUZMÁN GARRIFI A PÉRF7 AGUIRRE OCTAVIO PLAISANT ZENDEJAS ROSALÍA PONTEVEDRA **LUIS FELIPE RODRÍGUEZ** MAESTRO RONCADOR JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON JUAN TONDA MAZÓN JUAN VILLORO

HIPÓCRITA LECTOR

MARIO ALBERTO MEJÍA
DIRECTOR GENERAL
IGNACIO JUÁREZ GALINDO

DIRECTOR EDITORIAL

MANUEL SEBREROS REVISIÓN

OSCAR COTE PÉREZ DISEÑO EDITORIAL

GERARDO TAPIA LATISNERE
DIRECTOR DE RELACIONES PÚBLICAS

BEATRIZ GÓMEZ

-lipócrita Lector, diario de le lunes a viernes. Dirección: Monte Fuji 20, raccionamiento La Cima, Puebla. CP. 72197 Correo: tencion. hipocritalector@ mail.com ditor responsable: Ignacio Juárez Galindo Permisos Indautor, Licitud (Contenido: En trámite fodos los materiales son esponsabilidad exclusiva de quien los firma.

EN PORTADA: AHORA QUE EN BUENA PARTE DEL MUNDO SON DEL DOMINIO PÚBLICO, TIN TIN, PERSONAJE EMBLEMÁTICO DE LA AVENTURA POR CONOCER, Y POPEYE, CAMPEÓN DE LA JUSTICIA, NOS ACOMPAÑAN EN ESTE NÚMERO DEDICADO A LA QUÍMICA COMO ARTE Y AL ARTE INSPIRADO EN LA DISCIPLINA DE LAS