

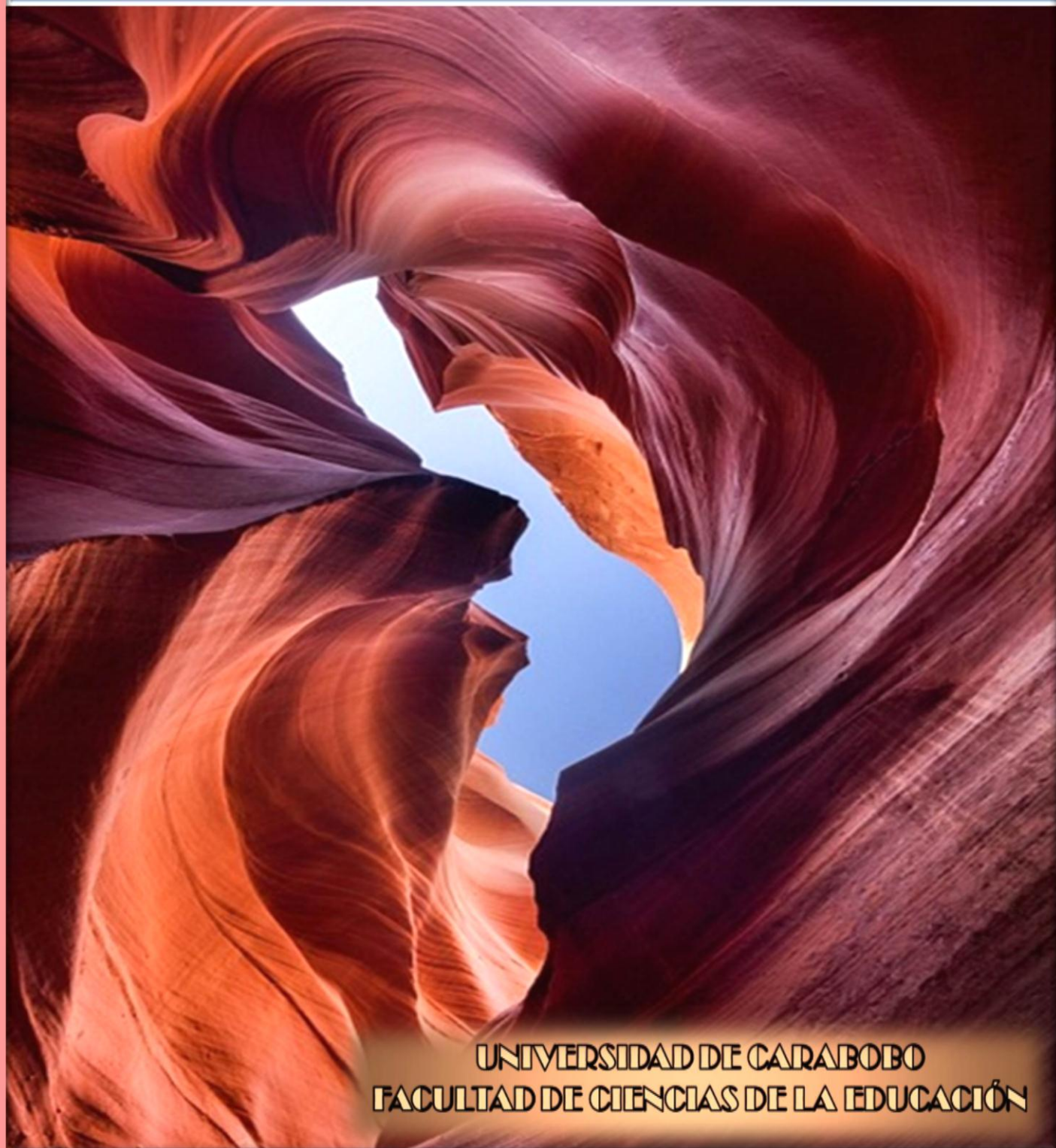
HOMOTECIA



CÁTEDRA DE CÁLCULO - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA - FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN - UNIVERSIDAD DE CARABOBO

© Rafael Ascanio H. - 2009. Hecho el Depósito de Ley. Depósito Legal: PPI2012024055 - I. S. S. N.: 2244-7385

E-mail: homotecia2002@gmail.com - Nº 10 - AÑO 23 Valencia, Miércoles 1º de Octubre de 2025



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN



Índice

Editorial.....	1
Grandes Matemáticos: SYLVESTRE FRANÇOIS LACROIX.....	2
Los secretos del Papiro Rhind, el mayor documento conocido sobre matemáticas egipcias que contiene 87 problemas y el valor del número pi. Por JORGE ÁLVAREZ	3-4
El apéndice del ‘Discurso del método’ que revolucionó las matemáticas. Por DAVID MARTÍN DE DIEGO	5
LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD (Entrada 53): La solución de Schwarzschild (I). Publicado por: ARMANDO MARTÍNEZ TÉLLEZ	6-11
La estudiante que en menos de una semana resolvió un famoso problema matemático que llevaba medio siglo sin respuesta.....	12
Matemáticas para describir las olas del mar. Versión del artículo original de ELENA DI IORIO	13
TEMAS DE MATEMÁTICA. Función Inversa. Por Dr. RAFAEL ASCANIO HERNÁNDEZ	14-16
Versiones de artículos originales de JAVIER YANES : J. Robert Oppenheimer: De la bomba atómica al pacifismo.....	17-18
Cinco soluciones a la paradoja de Fermi.....	19-20
El sorprendente descubrimiento sobre el núcleo del Sol que desconcierta a los científicos.....	21
La estrella más extraña de la galaxia y por qué científicos hablan de una “megaestructura extraterrestre”. Por MARCUS WOO	22-24
La impresionante imagen de Antares, la estrella agonizante que se está convirtiendo en supernova.....	25
Arqueología galáctica. Versión del artículo original de PATRICIA SÁNCHEZ BLÁZQUEZ y PABLO G. PÉREZ GONZÁLEZ	26
La única forma en la que un ser humano puede entrar a un agujero negro y seguir con vida, explicada a los niños por la ciencia. Versión del artículo original de ABRAHAM ANDREU	27
¿Por qué parece tan extraña la mecánica cuántica? Versión del artículo original de JUAN CUQUEJO MIRA	28
Por qué las mágicas computadoras cuánticas ya están en la nube pero no en nuestras manos. Por MARY-ANN RUSSON	29-30
¿Por qué es importante el entrelazamiento cuántico? Versión del artículo original de JUANI BERMEJO	31
Campos muy cuánticos. Por FRANCISCO VILLATORO	32-33
Experimentos cuánticos. Por ENRIQUE F. BORJA	34-35
Hasta los genios se equivocan: Un nuevo artículo corrige un error cometido por Stephen Hawking hace seis décadas. Por PABLO MARTÍNEZ-JUAREZ	36
De Pitágoras a la conjetura del millón de dólares. Versión del artículo original de PEDRO ALEGRÍA	37
Filosofando en Física. Contemplando el final de la física. Versión del artículo original de ROBERT DIJKGRAAF	38-39
Thomas Midgley, el inventor más dañino de la historia. Versión del artículo original de NEIL LARSE	40-41
Paradoja evolutiva: Nuestra cultura y lenguaje proceden del cerebelo. Versión del artículo original de PABLO JAVIER PIACENTE	42
Un mundo en palabras... Por: HERNANI ZAMBRANO GIMENEZ, Ph.D.	43
La escritura cuneiforme.....	44-46
"Metodología de la Investigación" como cátedras agridulces. Por Dr. ALEXANDER MORENO	47-48
Manifiesto por una educación transformadora y emancipadora. 25 principios y propuestas (+ uno). (Relacionado con la educación en España). Versión del artículo original de JUAN JOSÉ CALDERÓN AMADOR	49-51
Max Weber: sociología, ideales e ideologías.....	52
Dos reflexiones sobre el papel de la religión. Karen Armstrong: “Hoy todo es yo, estamos llenos de yo”. Por JUSTO BARRANCO	53
Marx y la crítica de la metafísica (o el motor de toda crítica). Versión del artículo original de MIGUEL ANTÓN MORENO	54-55
Los Tigres, la Sabrosa Fresa, el kōan y el Zen. Por: Dr. EDGAR REDONDO	56
El cementerio que convirtió a los neandertales en humanos. Versión del artículo original de DANIEL MEDIAVILLA	57
Un consorcio internacional secuencia por primera vez el genoma completo de un ser humano. Por MANUEL ANSEDE	58
Un fósil de la era de los dinosaurios cuestiona el origen de las aves modernas. Versión del artículo original de AGATHE CORTES	59
El sorprendente descubrimiento en la zona más profunda del océano de una especie con partículas de plástico en su organismo.....	60
Hallado en Huelva el rastro de los últimos gigantes europeos. Versión del artículo original de RAÚL LIMÓN	61-62
Encuentran a la especie que ha vivido por más tiempo en la tierra, de hace 250 millones de años.....	63
ARQUEO LITERARIO: Revisiones Críticas. (XXIX).....	64
Del Surrealismo al Clasicismo: Wladimir Zabaleta.....	65
Venezuela, personajes, anécdotas e historia. JUAN ANTONIO SEGRESTÁA . Periodista, impresor y editor. Versión del artículo original de: ASDRÚBAL GONZÁLEZ SERVEN	66
Descubren el manuscrito de un fraile milanés que habla de América 150 años antes de Cristóbal Colón. Por DAVID BARREIRA	67-68
Investigan si Colón y Madrugá eran la misma persona, pero... ¿quién era Pedro Madrugá? Por M. J. ARIAS	69
A propósito del 12 de octubre: ¿Quién enseñó a quién?.....	70
Poemas que guían. Nunca te quejes. (Atribuido a Pablo Neruda).....	71
Galería: OLLI ERKKI LEHTO	72-74

Revista HOMOTECIA

© Rafael Ascanio H. – 2009

Hecho el Depósito de Ley.

Depósito Legal:

PPI2012024055

I. S. S. N.: 2244-7385

e-mail:

homotecia2002@gmail.com

Publicación Mensual

Revista de acceso libre

Publicada por:

CÁTEDRA DE CÁLCULO

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

DIRECTOR-EDITOR:

Dr. Rafael Ascanio Hernández

SUB-DIRECTOR:

Dr. Próspero González Méndez

COORDINADORES DE PUBLICACIÓN:

Dr. Rafael Ascanio Hernández

Dr. Próspero González Méndez

COMISIÓN

ARCHIVO Y REGISTRO HISTÓRICO

Dra. María del Carmen Padrón

Dra. Zoraida Villegas

COMISIÓN REVISORA DE MATERIAL A PUBLICAR:

Dra. Eida Rosa Talavera de Vallejo

Dra. Omaira Naveda de Fernández

Dr. José Tadeo Morales

Nº 10 - AÑO 23 - Valencia, Miércoles 1º de Octubre de 2025

EDITORIAL

Sistemas educativos nacionales del mundo: tiempo de cambios. Con frecuencia, cuando escuchamos de la necesidad de cambios en los sistemas educativos del mundo, y sobre todo ahora que ya se cumple el primer cuarto del siglo XXI, las opiniones de los expertos tienden a plantear la necesidad de implementar o consolidar sistemas educativos que promuevan la inclusión social, que entendido en palabras más simples significa que se garantice a todo ser humano el derecho a educarse, porque se considera que este, es decir el no poder beneficiarse de este derecho, es uno de los males que ha afectado de alguna manera a las naciones, de acuerdo a la menor o mayor posición que ocupen en la escala específica para este aspecto, y que la borrosidad de esta ubicación de cada país en dicha escala, localización buscada con intención o no, es lo que lo ha llevado a lograr el desarrollo (ser parte del *primer mundo*) o mantenerse en el subdesarrollo o *antidesarrollo* (involucionar hacia el *tercer mundo*).

Hay una alta probabilidad que todo lo expresado en el párrafo anterior sea cierto. No se puede negar que los hechos históricos evidencian que en un país la educación se convirtió en un proceso inclusivo o exclusivo, como consecuencia de la relación directamente proporcional que ésta, la educación, tiene con el sistema económico que se ha desarrollado en el mismo. Explicando esto con otras palabras: quienes ejercen el gobierno tienen un proyecto de país en el que la economía juega un papel importante. Esta economía está basada en el cómo manejar los diferentes tipos de recursos que posee esta nación. Indudablemente, sus ciudadanos son la parte más importante porque vienen a ser los *elementos* que de acuerdo con su formación, constituye la fuerza de trabajo, tanto en lo físico como en lo intelectual, que permitirá el mayor rendimiento productivo de los recursos nacionales, en beneficio del desarrollo del país.

Pero es aquí donde radica la diferenciación entre lo que es un país desarrollado o de Primer Mundo, y un país subdesarrollado o de Tercer Mundo. Si observamos varios casos de países del Primer Mundo, hay algunos que tienen muchos años de haberla alcanzado y sumamente importante, haberla mantenido; otro número de ellos alcanzó esta condición en un tiempo relativamente reciente, lo que significa que transitaron exitosamente del *tercermundismo* al *primermundismo*. Sin embargo, hay otros que parecen estar condenados *eternamente* a ser *subdesarrollados* o *tercermundistas*, aun teniendo mejores recursos nacionales que muchos de los países desarrollados, como es el caso de Venezuela.

Indudablemente que en el caso de los países tercermundistas influye lo ideológico del paradigma político que influencia el pensamiento de sus gobernantes y el imaginario social colectivo de sus ciudadanos, ambos factores posiblemente, en muchos de ellos, originados en ese pasado ancestral de haber sido colonizados por las viejas sociedades imperialistas que gobernaron el mundo en siglos pasados. Pero lo sociopolítico en estas condiciones, como paradigma al fin, se refleja en sus sistemas educativos.

Este paradigma sociopolítico con el cual nos hemos atrevido a cualificar a los países tercermundistas, ha permitido manipular con naturalidad el cerebro de los ciudadanos y que se refleja en su modo de pensar. Hace varias décadas atrás un amigo, J. C. González M., luego de realizar estudios de nivel universitario, había obtenido tanto el título de Técnico Superior en Electrónica como el de Ingeniero Electricista. Posteriormente consiguió ingresar como Personal Docente Ordinario de una prestigiosa universidad venezolana ubicada en la ciudad de Caracas. Tiempo después, debido a esas oportunidades que podían disfrutar en aquellos tiempos los docentes universitarios jóvenes, consiguió una beca para ir a Francia a realizar una Maestría en su área y si era posible, continuar con un Doctorado (PhD).

Lógicamente para él y según las *costumbres culturales* de nuestro país, aun todas sus credenciales señaladas en su *Curriculum Vitae*, llevó como título académico para optar a ingresar a la universidad francesa donde aspiraba realizar su maestría, el de Ingeniero Electricista. Quedó sorprendido y también frustrado, cuando al realizar las gestiones para el ingreso, quienes lo entrevistaban le dijeron que *ese título* no le servía para nada en esa universidad, que lo sentían y que no lo podían admitir. Al intentar solventar la situación, solo consiguió que le informaran lo siguiente: la electrónica es un área que está relacionada con la tecnología y la industrialización, es decir es un oficio para técnicos ya que son ellos los que van a ir a las fábricas a dirigir los procesos productivos, y que en aquella institución procuraban darle la mejor formación posible de cuarto nivel. Cuando estaba por rendirse, como último recurso señaló a sus entrevistadores que tal como podían detallar en su currículo, él también era Técnico Superior en Electrónica. En ese momento le informaron que si hubiera presentado ese título, no habrían tenido ningún inconveniente en admitirlo. Así que solicitó una prórroga para regresar a Venezuela, cambiar sus credenciales en función de su título de técnico; posteriormente regresó a Francia y realizó los estudios aspirados.

¿Qué fue lo que pasó por la mente de González M. que lo llevó en un principio a actuar de aquella manera? Nacido a mediados del siglo XX, era producto de una sociedad que todavía estaba marcada por los elementos culturales de un pueblo que había sido colonia española, el mismo González M. era hijo de padres españoles, y aunque ya habían transcurrido más de cien años de la independencia venezolana para el momento de su nacimiento y además el país vivía bajo el boom modernista contemporáneo del petróleo, el perfil educativo de la nación no había cambiado mucho y hoy todavía se duda si ha habido cambios realmente significativos. Para ese entonces las carreras universitarias *socialmente viables* eran las de ingeniería, medicina, derecho, educación, militar y en paralelo, el sacerdocio, que en el caso de las mujeres, la opción era ser religiosa de alguna congregación. Todas las otras carreras pasaban como a una especie de segundo plano. Así podía verse que un ingeniero, supuestamente preparado para lo tecnológico, ocupaba la gerencia de una empresa o industria, un cargo que era más natural que fuera ejercido por un administrador, un contador, un economista o un licenciado en relaciones industriales, pero los profesionales de estas áreas estaban generalmente destinados a ser subalternos y en caso muy particularmente especiales llegaban a la gerencia de estas empresas. Por lo general, estos profesionales de las ciencias económicas y sociales siempre han sido muy bien apreciados en el sector bancario y en el de servicios pero en el industrial el camino le ha sido demasiado empinado. Por otro lado, los técnicos en muchos casos también han sido *socialmente degradados* en su participación en los procesos productivos ya que se ha jerarquizado *ingeniero > técnico* ("*ingeniero es superior a un técnico*"). Evidentemente ocurría no solo una jerarquización incorrecta sino también culturalmente sesgada. Pero en cuanto al amigo J. C. González M., la posición sociopolítica que influía en lo ideológico en aquel momento en Francia le dio una gran lección.

Pero todo esto nos da a entender que los cambios que se deben dar en los sistemas educativos nacionales deben ocurrir tanto en los currículos educativos como en las carreras profesionales que se ofertan en las instituciones de educación universitaria. Pero como afirmamos en un principio: estos cambios no pueden darse sin considerar el aspecto de la economía. Se debe iniciar considerando *¿cómo afecta la economía del resto del mundo a nuestra economía?*, luego *¿cómo afecta nuestra economía a la economía del resto del mundo?* Analizados todos los detalles relacionados, se establece un *bucle recursivo* entre ambas preguntas (continuo y para darle mayor significado, *eterno*). El propósito es que las carreras profesionales que surjan de los cambios no resulten inútiles para las personas, la nación y el mundo.

El tiempo que estamos viviendo transcurre dentro de los parámetros de la transdisciplinariedad, donde transitamos de una *globalización práctica* (pragmatismo) hacia una *mundialización de las ideas y el conocimiento* (pensamiento paradigmático).

Al final de todo, los cambios son urgentes y de gran eminencia, desde un desesperado intento de los países desarrollados para no depender, por ejemplo, tanto del petróleo, hasta el de los países tercermundistas que no quieren ver disminuir su subsistencia producto de los réditos que esta explotación petrolera en por lo menos doscientos años les ha proporcionado.

En lo educativo, el rápido y vertiginoso desarrollo de las tecnologías de información y comunicación, obligadamente llevarán a las naciones que aspiran desarrollarse hasta a cambiar la manera de los docentes para administrar y transmitir el conocimiento a enseñar (el qué, el cuánto, el cómo y el cuándo).

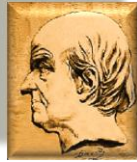
Reflexiones

“Cuida tus pensamientos porque se volverán palabras. Cuida tus palabras porque se volverán actos. Cuida tus actos porque se convertirán en hábitos. Cuida tus hábitos porque forjarán tu carácter. Cuida tu carácter porque formará tu destino. Y tu destino será tu vida...”

MAHATMA GANDHI (1869-1948)

Mohandas Karamchand Gandhi fue el dirigente más destacado del Movimiento de independencia de la India contra el Raj británico, para lo que practicó la desobediencia civil no violenta, además de pacifista, político, pensador y abogado hinduista indio. Recibió de Rabindranath Tagore el nombre honorífico de Mahatma.

Los Grandes Matemáticos



Sylvestre François Lacroix

Nació el 28 de Abril de 1765 y murió el 24 de Mayo de 1843, ambos momentos en París, Francia.

Fue un matemático que escribió importantes libros de texto sobre geometría y análisis.

Los padres de Sylvestre Lacroix eran pobres, pero aun así él recibió una buena educación. Fue criado en París, lo que le dio acceso a buenas escuelas. Estudió en la *Ecole Centrale des Quatres Nations* (Colegio de las Cuatro Naciones) de París, donde tuvo como maestro de matemáticas a Abbé Joseph Francois Marie. Cuando sólo tenía 14 años pasaba muchas horas felices absorto en hacer largos cálculos del movimiento de los planetas. Al año siguiente tuvo la oportunidad de continuar sus estudios de matemáticas asistiendo a un curso gratuito dado por Monge.

En ese momento Monge estaba empleado oficialmente en la Escuela de Mézières, pero fue elegido para la Academia de Ciencias de París en 1780 y comenzó a permanecer la mayor parte de su tiempo allí, dando cursos como al que Lacroix asistió. Lacroix tuvo la suerte de ser un estudiante de Monge quien pronto se dio cuenta de que su joven alumno tenía un talento sobresaliente en matemáticas y utilizó su influencia para ayudarle a desarrollar su carrera. Monge había reemplazado a Bézout como examinador de cadetes navales y este puesto lo puso en una posición en la que podía recomendar que Lacroix fuera nombrado profesor de matemáticas en la Escuela Gardes de Marine en Rochefort en 1782. Monge no sólo utilizó su influencia para obtener esta posición para Lacroix, sino que también actuó como su asesor matemático, recomendando que emprendiera investigaciones sobre ecuaciones diferenciales parciales y el cálculo de variaciones. Lacroix siguió su consejo y en 1785, cuando todavía tenía sólo veinte años, envió una memoria a Monge que presentó a la Academia de Ciencias. Lacroix había mantenido su interés inicial en calcular datos astronómicos, y en el mismo año envió sus nuevas tablas solares a la Academia.

Desde Rochefort, Lacroix regresó a París. Condorcet estaba en ese momento sirviendo como Secretario Permanente de la Academia de Ciencias, Inspector General de la Casa de la Moneda, y realizando una gran cantidad de trabajo en economía política donde aplicó la probabilidad y la filosofía de las matemáticas. Como era práctica común en ese momento, desempeñó este cargo y siguió enseñando matemática en el Liceo, pero nombró un suplente para que enseñara por él. Fue este cargo lo que le permitió a Lacroix volver a enseñar en París, pero el curso de matemáticas puras en esta escuela recién inaugurada, donde la mayoría de sus estudiantes provenía de la nobleza, fue mal atendido y pronto discontinuado. Lacroix continuó enseñando astronomía y teoría de probabilidades en el Liceo. Por esta época se casó.

La Academia de Ciencias propuso su Gran Premio para 1787 que se refiriera a la teoría de seguros marinos, y Lacroix presentó una propuesta. Fue declarado ganador del premio, compartido, pero nunca lo recibió. Asumió un nuevo cargo en febrero de 1787, de nuevo como suplente, esta vez en la Escuela Militaire de París, donde asumió las funciones de Profesor de Matemática Le Paute d'Agelot que había sido dejado por el navegante La Pérouse para realizar sus desdichadas exploraciones en el Océano Pacífico. Pronto fue nombrado para una Cátedra en la Escuela Militaire, en lugar de profesor suplente, pero estos eran tiempos inciertos y su cargo en el Liceo fue eliminado en agosto de 1787, tal que para marzo de 1788 la Escuela fue cerrada. Lacroix se trasladó de nuevo a las provincias.

Esta vez Lacroix fue a Besanzón, donde fue nombrado profesor de Matemática, Física y Química en la Escuela de Artillería. Sin embargo, la Academia de Ciencias lo eligió como corresponsal de Condorcet el 29 de agosto de 1789, pero la situación en Francia ya había comenzado a ser caótica. La Revolución Francesa comenzó con el asalto de la Bastilla el 14 de julio de 1789 y después de que el Reino del Terror comenzara en 1793, la Academia de Ciencias, junto con otras sociedades sabias, fue abolida el 8 de agosto. Laplace había sido examinador en el Real Cuerpo de Artillería desde 1784, pero antes del Reino del Terror dejó París con su familia. Lacroix fue nombrado para sucederlo como examinador en el Cuerpo de Artillería el 1 de octubre de 1793.

Monge había sido nombrado por la Convención Nacional el 11 de marzo de 1794 para formar parte de la organización que se puso en marcha para establecer la *Ecole Centrale des Travaux Publics* (pronto llamada *Ecole Polytechnique*), y fue nombrado para impartir un curso de geometría descriptiva el 9 de noviembre de 1794. Lacroix y Hachette ayudaron a Monge en su trabajo con el curso de geometría descriptiva.

Lacroix fue particularmente adecuado para ayudar con este curso ya que había estado montando material sobre geometría descriptiva durante varios años, y pasó a publicar *Eléments de géométrie descriptive*. Lacroix fue nombrado para una Cátedra en la Ecole Centrale des Quatres Nations, luego fue nombrado profesor de matemáticas en la Ecole Polytechnique desde 1799, donde ocupó la Cátedra de análisis.

La Convención Nacional ratificó la creación del *Institut National des Sciences et des Arts* el 22 de agosto de 1795. La Primera Clase del Instituto fue de Ciencia, con 60 miembros divididos en diez secciones con seis miembros cada una (efectivamente la antigua Academia de Ciencias). El 20 de mayo de 1799 Lacroix fue elegido miembro del Instituto, convirtiéndose en uno de los seis de la sección de matemáticas después de la muerte de Borda. También se convirtió en profesor en la Escuela Politécnica en 1809, ocupando la Cátedra de Lagrange, y profesor de cálculo diferencial en la Faculté des Sciences en 1810. En 1815 dejó la Escuela Politécnica para ocupar una Cátedra en la Sorbona y fue nombrado para la Cátedra de matemáticas en el Colegio de Francia, donde había enseñado desde 1812.

Lacroix fue escritor de importantes libros de texto en matemáticas y a través de ellos hizo una importante contribución a la enseñanza de las matemáticas en toda Francia y también en otros países. Publicó un texto de dos volúmenes *Traité de calcul différentiel et du calcul intégral* (1797-1798), que es quizás su obra más famosa. En el primero de estos volúmenes Lacroix introduce por primera vez la expresión "geometría analítica" escribiendo:

Existe una forma de ver la geometría que podría llamarse géométrie analytique, y que consistiría en deducir las propiedades de extensión del menor número posible de principios, y por métodos verdaderamente analíticos.

Amplió su obra maestra a tres volúmenes para la segunda edición publicada entre 1810 y 1819. Itard escribe en la referencia [1] que este:

... trabajo monumental consistió en una imagen clara de análisis matemático, documentado y completamente actualizado.

Lacroix escribió muchos libros de texto excelentes para apoyar sus conferencias, por ejemplo *Traité élémentaire de calcul différentiel et du calcul intégral* que fue publicado en 1802. Otros textos incluyen *Traité élémentaire d'arithmétique* (1797), *Traité élémentaire de trigonométrie* (1798), *Traité élémentaire de trigonométrie* (1799) y *Complément des élémens d'algèbre* (1800). De los textos de geometría de Lacroix y Lagrange, Lamandé escribe en la referencia [5]:

Apoyadas por las nuevas instituciones educativas, estas obras dejaron una huella en su época. Los autores, rompiendo con el intuicionismo que había dominado los tratados franceses del siglo XVIII, actualizaron la lógica de los manuales de geometría. Aunque no tomaron la teoría Eudoxiana de los "Elementos", aportaron un nuevo rigor a la teoría de las proporciones. Los esfuerzos de Lacroix y Legendre para exponer o refundir la teoría de los paralelismos fueron notables, al igual que sus adiciones a la teoría. Estas obras ilustran los diferentes caminos que se habían abierto para la enseñanza de la geometría: el regreso a los Antiguos o la reescritura y expansión de ese material desde una perspectiva analítica o sintética.

Como se mencionó anteriormente los textos de Lacroix tuvieron una influencia más allá de Francia, véase por ejemplo la referencia [3], y fue a través de las traducciones al inglés de *Complément des élémens d'algèbre* por Babbage, Peacock y Herschel que las "nuevas matemáticas" entró en las universidades de la Gran Bretaña.

Es interesante que Lacroix sostuvo la opinión de que el álgebra y la geometría:

... debían ser tratados por separado, tan distantes como puedan ser, y que los resultados en cada una deberían servir para la aclaración mutua, correspondiente, por así decirlo, al texto de un libro y su traducción.

Sus textos fueron editados muchas veces durante más de 50 años y en la referencia [6], Schubring describe cómo los cambios en las sucesivas ediciones durante estos 50 años, y su influencia en el sistema educativo, se relacionan con la historia de la educación matemática.

REFERENCIAS.-

1. J. Itard, Biography in *Dictionary of Scientific Biography* (New York 1970-1990).

Libros:

2. Sylvestre François Lacroix, *La grande encyclopédie* (Paris, 1885-1891).

Artículos:

3. D. J. Beckers, Positive thinking: Conceptions of negative quantities in the Netherlands and the reception of Lacroix's algebra textbook, *Rev. Histoire Math.* 6 (1) (2000), 95-126.

4. C. B. Boyer, Cartesian geometry from Fermat to Lacroix, *Scripta Math.* 13 (1947), 133-153.

5. P. Lamandé, Trois traités français de géométrie à l'orée du XIXe siècle: Legendre, Peyrard et Lacroix, *Physis Riv. Internaz. Storia Sci. (N.S.)* 30 (2-3) (1993), 243-302.

6. G. Schubring, On the methodology of analyzing historical textbooks: Lacroix as textbook author (Spanish), *Mathesis* 8 (3) (1992), 273-298.

7. G. Schubring, Errata: 'On the methodology of analyzing historical textbooks: Lacroix as textbook author (Spanish)', *Mathesis* 10 (1) (1994), 127.

8. R. Taton, Sylvestre François Lacroix (1765-1843): Mathématicien, professeur et historien des sciences, in *Actes du septième congrès international d'histoire des sciences* (Paris, 1953), 588-593.

9. R. Taton, Laplace et Sylvestre François Lacroix, in *Rev. d'Hist. des Sci.* 6 (1953), 350-360.

Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre "Sylvestre François Lacroix" (Junio 2004).

FUENTE: MacTutor History of Mathematics. [https://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Lacroix.html].

Los secretos del Papiro Rhind, el mayor documento conocido sobre matemáticas egipcias que contiene 87 problemas y el valor del número pi.

Por JORGE ÁLVAREZ

5 de julio de 2023



UN FRAGMENTO DEL PAPIRO RHIND. FUENTE FOTO: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM.

Aritmética, progresiones geométricas, fracciones, trigonometría, ecuaciones lineales, cálculo de áreas... Un libro que contenga casi un centenar de problemas de matemáticas sobre todas esas materias podría ser una auténtica pesadilla para más de un escolar, pero también un útil documento para sus profesores. De hecho, de esto último estaría más cerca el conocido como Papiro Rhind, escrito hace tres milenios en el Antiguo Egipto para servir de manual de enseñanza de los docentes de una escuela de escribas. Su autor, en realidad un copista llamado Ahmes (o Ahmose), es el primer matemático de la Historia con nombre conocido.

El Papiro Rhind debe su nombre a un anticuario escocés que lo adquirió en Luxor en 1858. Se llamaba Alexander Henry Rhind y era uno de aquellos típicos eruditos multidisciplinarios del siglo XIX, un hombre de posición acomodada que tras estudiar Historia Natural, Derecho y Filosofía en la Universidad de Edimburgo empezó a interesarse por la arqueología, excavando varios túmulos hasta que problemas de salud le obligaron a trasladarse a Egipto -igual que le pasaría más tarde a Lord Carnavon, el codescubridor de la tumba de Tutankamón- en 1855. En el país del Nilo excavó la necrópolis de Tebas, base de una serie de artículos y libros que iría publicando.



ALEXANDER HENRY RHIND. IMAGEN: DOMINIO PÚBLICO EN WIKIMEDIA COMMONS.

Tres años después visitó a un anticuario del mercado de Luxor, de los que vendían piezas saqueadas en las tumbas y templos, al que compró un papiro y un rollo de cuero que probablemente procedían del famoso Rameseum. En realidad no estaban enteros; se trataba de las secciones principales cortadas por los ladrones. El coleccionista estadounidense Edwin Smith (célebre por conseguir un famoso papiro médico), se haría con las partes intermedias en 1862 y hoy se conservan en el Brooklyn Museum de Nueva York, donde fueron redescubiertas en 1922 por el egiptólogo británico Percy Edward Newberry.

El rollo de cuero tiene veinticinco por cuarenta y tres centímetros y está datado en el Imperio Medio, hacia el siglo XVII a. C., aunque no se pudo estudiar hasta que fue ablandado químicamente para desenrollarlo en 1927. Escrito en caracteres hieráticos, es una guía para el estudio de las fracciones matemáticas, conteniendo veintiséis sumas de ellas distribuidas en dos columnas. Los expertos del British Museum, que es donde se conserva después de que la institución lo comprara -junto al papiro- tras la muerte de su propietario, no han sido capaces de averiguar qué sentido tenían esos cálculos.

El Papiro Rhind, por su parte, mide más de cinco metros de largo y está compuesto por catorce láminas de cuarenta por treinta y dos centímetros. Ya vimos que algunos fragmentos están en EEUU y además hay que consignar un hueco de unos dieciocho centímetros en la sección central que nunca se ha encontrado y lo dividen en dos partes, obra seguramente de los ladrones para venderlas por separado. Sus medidas hacen del documento el mayor del mundo sobre matemáticas egipcias, superando al Papiro Matemático de Golenishchev que se conserva en el Museo de Bellas Artes Puskin de Moscú, adquirido treinta y cuatro años más tarde, aunque el ruso es más antiguo.

En ese sentido cabe señalar que el Papiro Rhind es una copia realizada por un escriba llamado Ahmes (o Ahmose) y por eso también se lo conoce por ese nombre. La hizo en el año trigésimo tercero del reinado del faraón hicsu Apofis I (c. 1583-1522 a.C.) de la dinastía XV, como él mismo dejó escrito en uno de los párrafos iniciales: «Este libro fue copiado en el año de reinado 33, mes 4 de Ahket, bajo la majestad del Rey del Alto y Bajo Egipto, Auserre, dado vida, de una copia antigua hecha en la época del Rey del Alto y Bajo Egipto Nimaatre. El escriba Ahmose escribe esta copia».

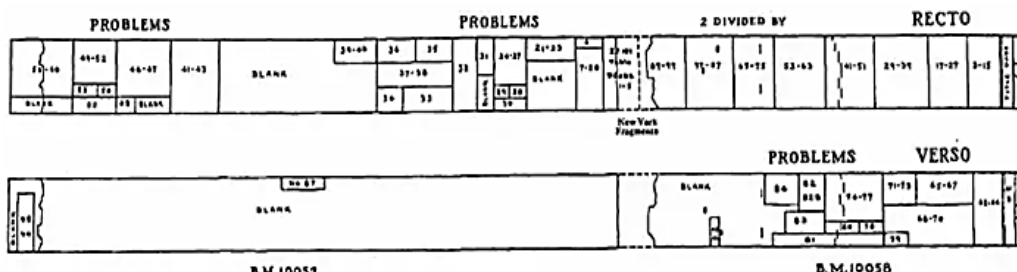


EL PAPIRO RHIND EN EL BRITISH MUSEUM. FUENTE FOTO: THE TRUSTEES OF THE BRITISH MUSEUM.

Es decir, la copia se realizó al final del Segundo Período Intermedio. Sin embargo, el original era bastante más antiguo, del Imperio Medio, hecho en torno al año 2000 a.C. durante el gobierno de un faraón cuyo nombre está borrado pero que se cree que fue Amenemhet III, el sexto de la dinastía XII (al que se suele identificar con el que dice la Biblia que nombró ministro a José). En cualquier caso, una etapa en la que Egipto alcanzó su mayor nivel de prosperidad económica de la que queda, como icono artístico, la pirámide de Dashur.

Ahmes, del que se calcula que nació hacia el 1660 a.C. y que vivió unos cuarenta años, le puso a su obra el título de *El método correcto de entrar en las cosas, de saber todo lo que es, toda oscuridad, todo secreto*. En el reverso hay una serie de anotaciones añadidas posteriormente, en el undécimo año de reinado de un faraón indeterminado, alusivas a los sucesos que provocaron la caída de Avaris (la capital situada en el delta del Nilo) y la expulsión de los hicsos por Amosis, el gobernador de Tebas que subió al poder fundando la dinastía XVIII y dando inicio al Imperio Nuevo. Eso supondría que el papiro pudo escribirse durante el reinado del último faraón hicsu, Kamose, y fue trasladado a Tebas por el ejército vencedor.

El texto no pudo leerse hasta mucho después de que el British Museum se hiciera con él. En 1877 August Eisenlohr, egiptólogo alemán de la Universidad de Heidelberg, fue el primero en publicar una transcripción del texto, escrito en hierático (muy elegante, por cierto, al contrario que la letra del Papiro Matemático de Golenishchev). Luego otros investigadores destacados fueron haciendo más estudios: Thomas Eric Peet en 1923, Arnold Buffum Chace en 1929, R. Gay Robins y Charles C. D. Shute en 1987...



ESQUEMA DEL PAPIRO RHIND SEGÚN CHACE, BULL Y MANNING (1929). IMAGEN: DOMINIO PÚBLICO EN WIKIMEDIA COMMONS.

En cuanto al contenido del papiro, decíamos que tiene ochenta y siete problemas matemáticos orientados quizá a ayudar a los escribas en el recuento de grano y la distribución del pan entre la población. De hecho, buena parte del texto se refiere a las unidades de medida usadas en el Antiguo Egipto y las conversiones y concordancias entre ellas. En los problemas se tratan cuestiones aritméticas y trigonométricas, cálculo de áreas, progresiones geométricas, fracciones, volúmenes y capacidades, la regla de tres, repartos proporcionales y ecuaciones lineales.

Tras el título, la fecha y el nombre del autor, el papiro está dividido por delante y por detrás por siete líneas negras en seis bandas horizontales, con caracteres en tinta negra y roja, esta última para las iniciales y los puntos a resaltar, formando una tabla de divisiones de 2 por n , para un número entero impar n que varía de 3 a 101, seguida de los ochenta y siete bloques tradicionalmente llamados «problemas», debidamente numerados (a los que se añaden 7B, 59B, 61B y 82B).

Los números del 85 al 87 no son problemas sino una serie de signos incomprensibles acompañados de relatos relativos a otro papiro y a la reseñada caída de Avaris. Del 7 al 20, más el 61, son cálculos para crear tablas, las cuales constituyen el 80 y el 81. Y, finalmente, del 82 al 84 hay modelos de cuentas. Es decir, el resto son los sesenta y cuatro problemas matemáticos (dos más si contamos los números 59B y 61B). Hay medidas de distancia, posiblemente basadas en el Teorema de Tales (conocido desde la I dinastía de Babilonia, entre el 1900 y el 1600 a.C., aunque no fue enunciado por el griego homónimo hasta el siglo VI a.C.) y de peso (que, curiosamente, parecen coincidir con las del sistema de las balanzas romanas).



UN FRAGMENTO DEL PAPIRO. IMAGEN: DOMINIO PÚBLICO EN WIKIMEDIA COMMONS.

El Libro I, aparte de una tabla de referencia, contiene veintitún problemas aritméticos y veinte algebraicos que empiezan con fracciones simples, seguidas de finalización, ecuaciones lineales complejas, análisis dimensional y progresiones aritméticas, todo ello usado para ilustrar el reparto de hogazas de pan. En el Libro II encontramos los problemas 41–59, 59B y 60, todos de geometría, empleados para calcular el volumen de graneros cilíndricos y rectangulares, las áreas de círculos, rectángulos, triángulos y trapecios, y el grado de inclinación de las pirámides. El Libro III se ocupa de temas variados, con problemas sobre preparación de alimentos, economía doméstica, multiplicaciones de fracciones, cantidad de alimento necesaria para el ganado, etc.

El documento termina con tres elementos que aparecen en el reverso: una frase de finalización, un papel sin relación con el documento que sirve para mantener unidas las dos partes (y que lleva algunas cosas escritas, incluyendo fracciones) y una pequeña nota histórica añadida posteriormente para contar de forma sucinta la dominación hicsa.

Los problemas se presentan con soluciones, pero al tratarse de un libro de texto en la práctica, no da pistas de cómo se descubrió el procedimiento para llegar a dichas soluciones. Y es que el Papiro Rhind todavía oculta secretos. Eso sí, los egiptólogos aclararon uno de los más interesantes: los egipcios habían dado al número pi el valor de 3,1605, un margen de error de menos del uno por ciento.

FUENTES

- Thomas Wilson Bayne, Rhind, Alexander Henry (Dictionary of National Biography, 1885-1900).
- Annette Imhausen, Mathematics in Ancient Egypt. A contextual history.
- Corinna Rossi, Architecture and Mathematics in Ancient Egypt.
- Ángel Sánchez Rodríguez, Astronomía y matemáticas en el Antiguo Egipto.
- Michel Guillemot y Daniel Austin, Papyrus Rhind. Edition commentée du Papyrus Rhind.
- British Museum.
- Brooklyn Museum.
- Wikipedia

El apéndice del 'Discurso del método' que revolucionó las matemáticas.

Cuenta la leyenda que Descartes ideó el concepto de coordenadas al preguntarse cómo podría describir la posición de una mosca que se movía en el techo de su habitación.

Por DAVID MARTÍN DE DIEGO

TOMADO DE: El País – Sección Café y Teoremas – 4 de julio de 2023



BUSTO DEL FILÓSOFO RENÉ DESCARTES EN SU CASA NATAL, EN EL PUEBLO FRANCÉS QUE LLEVA SU NOMBRE.
CRÉDITO FOTO: LÉONARD DE SERRES.

David Martín de Diego es investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT)

Café y Teoremas es una sección dedicada a las matemáticas y al entorno en el que se crean, coordinado por el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en la que los investigadores y miembros del centro describen los últimos avances de esta disciplina, comparten puntos de encuentro entre las matemáticas y otras expresiones sociales y culturales y recuerdan a quienes marcaron su desarrollo y supieron transformar café en teoremas. El nombre evoca la definición del matemático húngaro Alfred Rényi: "Un matemático es una máquina que transforma café en teoremas". Edición y coordinación: Ágata A. Timón G Longoria (ICMAT).

En junio de 1637 se publicó en francés y, de forma anónima, el Discurso del método, cuyo autor era el filósofo y matemático René Descartes. Es una obra trascendental de la filosofía con también una enorme influencia en las matemáticas, debido a uno de los apéndices del libro, titulado *La geometría*. En él, Descartes propone un sistema que permite usar el álgebra para resolver problemas de geometría, creando una poderosa herramienta —la geometría analítica— que unió dos áreas de las matemáticas hasta ese momento separadas.

René Descartes nació en Francia en 1596 y desde su juventud tuvo una sólida formación en humanidades. Fue un apasionado de la cultura griega y, en concreto, de las grandes obras clásicas de las matemáticas como *Los elementos* de Euclides, *La aritmética* de Diofanto, *Las cónicas* de Apolonio o *La colección matemática de Pappus*. También estaba al tanto de los nuevos desarrollos de la matemática italiana llevados a cabo por Niccolò Fontana (Tartaglia), Gerolamo Cardano o Franciscus Vieta.

Partiendo de todo este conocimiento, Descartes desarrolló —a la vez que Pierre de Fermat, aunque el papel de este último quedó injustamente borrado de esta historia— la geometría analítica. Esta nos permite describir conceptos geométricos mediante ecuaciones algebraicas. Así, un círculo situado en el centro del plano y con radio uno, se representa por una ecuación $x^2 + y^2 = 1$. Es decir, viene descrito por los puntos de coordenadas (x, y) que cumplen la ecuación anterior.

De hecho, la noción de coordenadas fue introducida rigurosamente en *La geometría*, con la definición de unos ejes coordenados, que podían ser oblicuos. Cuenta la leyenda que Descartes —que acostumbraba a estar mucho tiempo tumbado en su cama por motivos de salud—, ideó este concepto al preguntarse cómo podría describir la posición de una mosca que se posaba en su techo. Decidió que las esquinas del techo podrían servir como referencia para indicar de forma precisa el lugar en el que estaba el insecto, solo con unos números —su distancia, medida perpendicularmente, a una esquina vertical y a otra horizontal—.

Con esta nueva visión analítica, la geometría clásica dejó de ser una matemática trazada en papel en la que se razonaba en términos de figuras y construcciones con regla y compás, como había sido hasta el momento, para entenderse de manera mucho más abstracta, usando todo el potencial del álgebra. Así lo recalca Descartes en el apéndice: "Todos los problemas de geometría pueden reducirse fácilmente a términos tales, que no es necesario conocer de antemano más que las longitudes de algunos segmentos para su construcción".

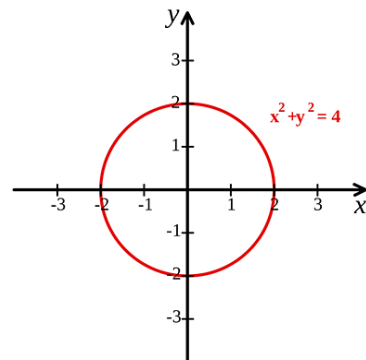
De este modo, la geometría analítica permite explorar las propiedades de un objeto geométrico realizando cálculos algebraicos directamente en la ecuación que lo describe. Esto permitió utilizar toda la potencia del álgebra para tratar conceptos hasta ese momento muy escurridizos, que solo se estudiaban con los métodos de la geometría clásica de la antigua Grecia. También, Descartes pudo afirmar que todas las ecuaciones cuadráticas —es decir, las ecuaciones polinómicas de grado dos, como $x^2 + y^2 = 1$ — corresponden a las cónicas introducidas por Apolonio.

Por otro lado, con esta nueva herramienta fue posible obtener nuevos objetos geométricos, desconocidos hasta ese momento, simplemente modificando una ecuación dada o empleando diferentes operaciones algebraicas. Así, se podían clasificar las curvas en "geométricas", si es posible escribirlas como un polinomio de dos variables igual a cero, o "mecánicas" —"trascendentes" según Gottfried Leibniz—, en caso contrario. Descartes no dio especial importancia a esta distinción, aunque esto abrió nuevas tierras inexploradas en las matemáticas años más tarde.

En este texto, el matemático incorporó por primera vez notaciones que nos resultan conocidas, como las últimas letras del alfabeto x, y, z para denotar las incógnitas o las primeras letras a, b, c para las constantes. *La geometría* es, seguramente, el primer texto que se puede leer sin dificultades por un estudiante actual y ello es debido a que hemos adoptado casi en su totalidad la notación empleada en ella. Además, desvinculaba las potencias de un número de su significado geométrico, por ejemplo, una potencia al cuadrado se desvinculaba con la noción de área, o al cubo de la noción de volumen, como se había hecho hasta el momento.

La contribución a las matemáticas de Descartes es imperecedera. Como señaló el gran matemático Jean le Rond D'Alembert: "Lo que ha inmortalizado el nombre de este gran hombre es la aplicación que ha sabido hacer del álgebra a la geometría, una idea de las más vastas y felices que haya tenido el espíritu humano, y que será siempre la llave de los más profundos descubrimientos no solamente en la geometría, sino en todas las ciencias físico-matemáticas".

Efectivamente, este nuevo punto de vista propuesto por Descartes fue crucial para una de las más grandes revoluciones científicas que se iba a desarrollar años después: el desarrollo del cálculo infinitesimal por Isaac Newton y Gottfried Leibniz a finales del siglo XVII. El cálculo infinitesimal permitió describir la naturaleza en términos matemáticos, dando paso a los innumerables desarrollos científicos y tecnológicos que vinieron en los años posteriores.



SISTEMA DE COORDENADAS CARTESIANAS CON EL CÍRCULO DE RADIO 2 CENTRADO EN EL ORIGEN MARCADO EN ROJO. LA ECUACIÓN DEL CÍRCULO ES $x^2 + y^2 = 4$. FUENTE IMAGEN: 345Kai (Wikimedia).



EL LIBRO 'DISCURSO DEL MÉTODO', EXHIBIDO EN LA BIBLIOTECA NACIONAL DE MADRID, EN 2018. CRÉDITO FOTO: EDUARDO PARRA (GETTY IMAGES).

LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD (Entrada 53)

La solución de Schwarzschild (I).

Versión de la publicación hecha por **ARMANDO MARTÍNEZ TÉLLEZ** el 18 Marzo de 2009

Documento en línea: <http://teoria-de-la-relatividad.blogspot.com/2009/03/18-el-calculo-tensorial>

La solución de Schwarzschild a las ecuaciones de campo de Einstein debe ser considerada el más importante logro de la Relatividad General en el campo de la Mecánica Celeste, porque es una solución *exacta* a las ecuaciones de campo que se corresponde históricamente con el resultado Newtoniano de la inversa del cuadrado de la fuerza de atracción universal de la teoría gravitacional clásica.

Las ecuaciones de campo de Einstein para el espacio libre son no-lineales y por lo tanto muy complicadas, siendo difícil obtener soluciones exactas. Hay, sin embargo, un caso especial que puede resolverse sin muchas dificultades, el caso de un campo **simétricamente esférico** y **estático** producido por un cuerpo esféricamente simétrico en reposo.

El punto de partida usual para una demostración como la que llevaremos a cabo será la métrica general utilizada en el 4-espacio de la Relatividad General, aplicándose como siempre la convención de sumación sobre los índices repetidos:

$$ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta$$

en el sistema de cuatro coordenadas generalizadas (x^0, x^1, x^2, x^3). La forma límite del elemento de línea ds^2 para un espacio-tiempo *plano* a grandes distancias del origen ($r \rightarrow \infty$) debe ser Lorentziana, y de acuerdo a lo que vimos al estudiar la Teoría Especial de la Relatividad lo debemos escribir como:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

En pocas palabras, *la Teoría Especial de la Relatividad es un caso especial de la Relatividad General cuando la curvatura del espacio-tiempo se reduce a cero a grandes distancias*. Esta expresión la podemos escribir mediante coordenadas esféricas como:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - (dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2)$$

Para construir nuestro elemento de línea ds^2 que corresponde a la solución de Schwarzschild válida a distancias cercanas al origen de un campo estático, esperamos que dicho elemento de línea permanezca invariante bajo una inversión del intervalo de tiempo dt ; esto es, ds^2 debe permanecer igual al cambiar dt por $-dt$, ya que la condición estática nos permite utilizar un sistema de coordenadas estático en donde los componentes $g_{\mu\nu}$ de la métrica son independientes de la coordenada tiempo ($t = x^0$). Esto nos dicta el uso de coordenadas curvilíneas en las cuales los elementos g_{0i} “fuera de la diagonal principal” sean cero y que el elemento de línea tenga la forma:

$$g_{00}(dt)^2 + g_{ik} dx^i dx^k$$

siendo los g_{ik} independientes de la coordenada tiempo $t = x^0$. Nos referimos a esto como una métrica *estática*, la cual debe ser distinguida de una métrica que es meramente independiente del tiempo o *estacionaria* (como la métrica para las coordenadas cilíndricas en un espacio de tres dimensiones).

Por otra parte, si no habrá una *dirección angular preferida* en el espacio, el elemento de línea ds^2 debe ser independiente de un cambio de $d\theta$ a $-d\theta$ y de un cambio de $d\phi$ a $-d\phi$. Esto requiere que no haya términos “cruzados” en la métrica tales como $dr \cdot d\theta$, $d\theta \cdot d\phi$ y $dr \cdot d\phi$, de modo tal que el tensor métrico debe ser *completamente diagonal* para el tipo de solución que estamos buscando. La forma más general que se sujeta a las condiciones arriba viene siendo la siguiente:

$$ds^2 = A c^2 dt^2 - (B dr^2 + C r^2 d\theta^2 + D r^2 \sin^2 \theta d\phi^2)$$

En virtud de nuestras suposiciones de simetría radial, las funciones A, B, C y D deben ser funciones únicamente de la coordenada radial r:

$$A = A(r) \quad B = B(r) \quad C = C(r) \quad D = D(r)$$

Podemos llevar a cabo una simplificación adicional recurriendo a argumentos de simetría: podemos suponer que las funciones C(r) y D(r) son iguales. Esto lo podemos visualizar de la manera siguiente: un desplazamiento de arco $\varepsilon = r d\theta$ desde el polo norte corresponde a un intervalo en el elemento de línea $ds^2 = -C\varepsilon^2$, y un desplazamiento de arco $\varepsilon = r d\phi$ a lo largo del ecuador corresponde a un intervalo en el elemento de línea $ds^2 = -D\varepsilon^2$. Si θ y ϕ representan coordenadas angulares, esperaríamos que estas cantidades fueran iguales por isotropía, lo cual requiere que C sea igual a D. Entonces esta condición de simetría nos simplifica nuestro elemento de línea ds^2 a la siguiente forma:

$$ds^2 = A c^2 dt^2 - B dr^2 - C (r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2)$$

Este elemento de línea representa la forma más sencilla posible dictada por los elementos de simetría. Podemos obtener una simplificación adicional mediante una selección juiciosa de la coordenada radial.

Enfoquemos ahora nuestra atención sobre los coeficientes **A** y **B** de la expresión. Tenemos que suponer que estos coeficientes no van a ser necesariamente unas simples constantes numéricas. Tenemos que suponer que van a resultar ser algún tipo de función. Independientemente de qué tipo de expresión resulten ser, de una cosa podemos estar absolutamente seguros: la métrica de Schwarzschild se tiene que reducir necesariamente a la de una métrica *plana* para un observador en reposo situado en el “infinito” (al usar aquí la palabra “infinito” estamos haciendo alusión a una distancia lo suficientemente grande como para que los efectos ocasionados por la masa sobre el campo gravitacional sean numéricamente insignificantes, ya que de lo contrario el efecto gravitacional ocasionado por un cuerpo se extendería hasta el infinito). Y esta métrica es:

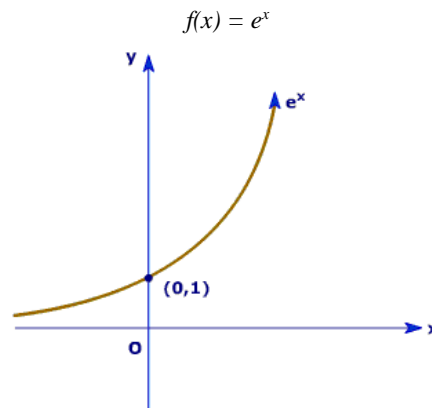
$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

En pocas palabras, tanto **A** como **B**, ambas funciones de la distancia r (por hipótesis), se tienen que reducir a la unidad a una distancia enorme del cuerpo que ocasiona la curvatura en el espacio tiempo:

$$A(r) \rightarrow 1 \text{ para } r \rightarrow \infty$$

$$B(r) \rightarrow 1 \text{ para } r \rightarrow \infty$$

No tenemos que batallar mucho para encontrar una función matemática tentativa que se reduzca a la unidad para valores grandes de la variable independiente. Esta función es la función matemática *exponencial*:



Para grandes valores *negativos* de x , esta función se reduce precisamente a la unidad. La función exponencial tiene además el atractivo de que se puede desarrollar fácilmente mediante series de Taylor. Aunque cualquier función exponencial del tipo a^{bx} tiene la propiedad de que se puede reducir a la unidad para valores razonablemente grandes de x , la función exponencial basada en el número e (la base de los logaritmos naturales) tiene además el atractivo de que la derivada de la función exponencial nos resulta esencialmente en la misma función (a excepción del signo), lo cual se puede traducir en posibles simplificaciones.

Con lo anterior en mente, puesto que requerimos que tanto **A** como **B** se reduzcan a la unidad para grandes valores de r , le podemos asignar a ambas un carácter exponencial de la siguiente manera con exponentes dependientes de r :

$$A(r) = e^{\Phi(r)}$$

$$B(r) = e^{\Lambda(r)}$$

Para que se pueda cumplir el requisito de que los coeficientes **A** y **B** se reduzcan a la unidad a grandes distancias, esto requiere que los exponentes $\Phi(r)$ y $\Lambda(r)$ se reduzcan a cero a grandes distancias:

$$\Phi(r) \rightarrow 0 \text{ para } r \rightarrow \infty$$

$$\Lambda(r) \rightarrow 0 \text{ para } r \rightarrow \infty$$

Como el campo gravitacional en torno a una masa simétricamente esférica debe ser también simétricamente esférico, dicho campo debe ser independiente de las coordenadas angulares θ y φ , de modo tal que las posibilidades:

$$\Phi = \Phi(t, r, \theta, \varphi)$$

$$\Lambda = \Lambda(t, r, \theta, \varphi)$$

deben quedar reducidas necesariamente a:

$$\Phi = \Phi(t, r)$$

$$\Lambda = \Lambda(t, r)$$

Y como el campo gravitacional, además de ser esféricamente simétrico, también debe ser un campo estático invariante con el tiempo, entonces dicho campo debe ser también independiente de la coordenada temporal t , con lo cual:

$$\Phi = \Phi(r)$$

$$\Lambda = \Lambda(r)$$

que es precisamente lo que hemos venido manejando.

Las funciones $\Phi(r)$ y $\Lambda(r)$ nos son por el momento funciones desconocidas a ser determinadas. Sin pérdida de generalidad, podemos multiplicar estas funciones por una constante numérica sin cambiar la naturaleza del comportamiento de las funciones a grandes distancias. La constante numérica que más nos conviene es el número 2 para tener así lo siguiente:

$$A(r) = e^{2\Phi(r)}$$

$$B(r) = e^{2\Lambda(r)}$$

¿Y por qué el número 2? Por el simple hecho de que, si nos fijamos bien en los términos restantes de nuestra métrica preliminar, podemos ver que todos ellos están elevados al cuadrado. La razón por la cual escogemos $e^{2\Phi}$ y $e^{2\Lambda}$ en lugar de comenzar simplemente con e^{Φ} y e^{Λ} es precisamente porque todos los demás términos de la métrica están elevados al cuadrado, y tomar esto en cuenta desde un principio puede resultar en simplificaciones posteriores.

De este modo, la métrica tentativa para un campo simétricamente esférico y estático producido por un cuerpo esféricamente simétrico en reposo tendrá el siguiente aspecto:

$$ds^2 = e^{2\Phi(r)} (cdt)^2 - e^{2\Lambda(r)} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2$$

Una vez definida nuestra métrica tentativa, podemos obtener a continuación los símbolos de Christoffel diferentes de cero que correspondan a esta métrica.

PROBLEMA: Obtener los símbolos de Christoffel para una hoja cuyo elemento de línea es el siguiente:

$$ds^2 = e^{2\Phi} c^2 dt^2 - e^{2\Lambda} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \text{sen}^2\varphi d\varphi^2)$$

en donde Φ y Λ son funciones únicamente de la coordenada r , o sea:

$$\Phi = \Phi(r) \quad \Lambda = \Lambda(r)$$

Del elemento de línea ds^2 podemos ver que las 16 componentes $g_{\alpha\beta}$ del tensor métrico correspondiente:

$$\begin{bmatrix} g_{tt} & g_{tr} & g_{t\theta} & g_{t\phi} \\ g_{rt} & g_{rr} & g_{r\theta} & g_{r\phi} \\ g_{\theta t} & g_{\theta r} & g_{\theta\theta} & g_{\theta\phi} \\ g_{\phi t} & g_{\phi r} & g_{\phi\theta} & g_{\phi\phi} \end{bmatrix}$$

son:

$$\begin{bmatrix} e^{2\Phi} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -e^{2\Lambda} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -r^2 \text{sen}^2\theta \end{bmatrix}$$

Las coordenadas de este espacio cuatri-dimensional son (t, r, θ, φ) , y las únicas componentes $g_{\alpha\beta}$ del tensor métrico \mathbf{g} que no son cero son:

$$g_{00} = g_{tt} = e^{2\Phi} \quad g_{11} = g_{rr} = -e^{2\Lambda}$$

$$g_{22} = g_{\theta\theta} = -r^2 \quad g_{33} = g_{\varphi\varphi} = -r^2 \text{sen}^2 \theta$$

Puesto que la matriz $[g_{\alpha\beta}]$ que agrupa a los componentes del tensor métrico es una matriz diagonal, la matriz $[g^{\alpha\beta}]$ que agrupa a los componentes del tensor métrico conjugado también será una matriz diagonal, y sus elementos respectivos serán simplemente los recíprocos de los elementos de la matriz $[g_{\alpha\beta}]$. Por lo tanto, los únicos componentes del tensor métrico conjugado \mathbf{g}^{-1} que no son iguales a cero son los siguientes:

$$g^{00} = g^{tt} = 1/e^{2\Phi} = e^{-2\Phi} \quad g^{11} = g^{rr} = -1/e^{2\Lambda} = -e^{-2\Lambda}$$

$$g^{22} = g^{\theta\theta} = -1/r^2 \quad g^{33} = g^{\varphi\varphi} = -1/(r^2 \text{sen}^2 \theta)$$

Tenemos toda la información que necesitamos para poder obtener los símbolos de Christoffel para la métrica tentativa que estamos construyendo.

La fórmula general para la obtención de los símbolos de Christoffel es la siguiente (obsérvese la permutación cíclica de los sub-índices de término a término dentro de los paréntesis):

$$\Gamma^{\alpha}_{\mu\nu} = g^{\alpha\beta} (-g_{\mu\nu,\beta} + g_{\nu\beta,\mu} + g_{\mu\beta,\nu})/2$$

o bien, escribiendo explícitamente las derivadas parciales haciendo a un lado la notación de la coma:

$$\Gamma^{\alpha}_{\mu\nu} = g^{\alpha\beta} (-\partial g_{\mu\nu}/\partial x^{\beta} + \partial g_{\nu\beta}/\partial x^{\mu} + \partial g_{\mu\beta}/\partial x^{\nu})/2$$

Con esta fórmula podemos empezar obteniendo el símbolo de Christoffel para $\Gamma^1_{11} = \Gamma^r_{rr}$:

$$\Gamma^r_{rr} = g^{rr} (-\partial g_{rr}/\partial x^r + \partial g_{rr}/\partial x^r + \partial g_{rr}/\partial x^r)/2$$

$$\Gamma^r_{rr} = \{-e^{-2\Lambda}\} \{-e^{2\Lambda} \cdot (2\Lambda')\}/2$$

$$\Gamma^r_{rr} = \Lambda'$$

Puesto que la métrica es una métrica diagonal, en vez de llevar a cabo la evaluación explícita mediante la fórmula general como lo hemos hecho arriba, podemos utilizar las relaciones de cálculo abreviado para una métrica diagonal que son las siguientes (*en estas fórmulas no se aplica la convención de sumación para índices repetidos!*):

$$\Gamma^a_{bc} = 0$$

$$\Gamma^a_{ab} = \Gamma^a_{ba} = \frac{1}{2} \frac{1}{g_{aa}} \frac{\partial g_{aa}}{\partial x^b}$$

$$\Gamma^a_{bb} = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{aa}} \frac{\partial g_{bb}}{\partial x^a}$$

$$\Gamma^a_{aa} = \frac{1}{2} \frac{1}{g_{aa}} \frac{\partial g_{aa}}{\partial x^a}$$

Empezaremos con la evaluación del primer símbolo de Christoffel con estas fórmulas abreviadas, el cual será Γ^t_{rr} . Esta evaluación será relativamente fácil puesto que todos los componentes de la métrica son independientes de la coordenada del tiempo en virtud de que hemos especificado desde el principio a la métrica como una métrica de un campo estático:

$$\Gamma^0_{11} = \Gamma^t_{rr} = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{tt}} \frac{\partial}{\partial t} (g_{rr}) = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{tt}} (0) = 0$$

Ahora llevaremos a cabo la evaluación del símbolo de Christoffel que corresponde a Γ^r_{tt} :

$$\Gamma^1_{00} = \Gamma^r_{tt} = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{rr}} \frac{\partial g_{tt}}{\partial r} = -\frac{1}{2} \frac{1}{(-e^{2\Lambda})} \frac{\partial}{\partial r} (e^{2\Phi}) = \frac{1}{2} e^{-2\Lambda} (e^{2\Phi}) (2\Phi') = \Phi' e^{2\Phi-2\Lambda}$$

Continuamos con la obtención del símbolo de Christoffel Γ^t_{tr} :

$$\Gamma^0_{10} = \Gamma^0_{01} = \Gamma^t_{tr} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} (\ln g_{tt}) = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} [\ln(e^{2\Phi})] = \frac{1}{2} \frac{1}{e^{2\Phi}} (e^{2\Phi}) (2\Phi') = \Phi'$$

El siguiente símbolo de Christoffel que evaluaremos será $\Gamma^{\theta}_{\theta r}$:

$$\Gamma^2_{12} = \Gamma^2_{21} = \Gamma^{\theta}_{\theta r} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} (\ln g_{\theta\theta}) = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} [\ln(-r^2)] = \frac{1}{2} \frac{1}{(-r^2)} (-2r) = \frac{1}{r}$$

Ahora evaluaremos el símbolo de Christoffel $\Gamma^r_{\theta\theta}$:

$$\Gamma^1_{22} = \Gamma^r_{\theta\theta} = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{rr}} \frac{\partial g_{\theta\theta}}{\partial r} = \frac{1}{2} \frac{1}{e^{2\Lambda}} \frac{\partial}{\partial r} (-r^2) = -re^{-2\Lambda}$$

El siguiente símbolo de Christoffel que evaluaremos será $\Gamma^{\phi}_{\phi\theta}$:

$$\Gamma^3_{23} = \Gamma^3_{32} = \Gamma^{\phi}_{\phi\theta} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \theta} (\ln g_{\phi\phi}) = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \theta} [\ln(-r^2 \text{sen}^2\theta)] = -\frac{1}{2} \frac{1}{r^2 \text{sen}^2\theta} (-2r^2 \text{sen}\theta)(\cos\theta) = \frac{1}{\tan\theta} = \cot\theta$$

Ahora llevaremos a cabo la evaluación de $\Gamma^r_{\phi\phi}$:

$$\Gamma^1_{33} = \Gamma^r_{\phi\phi} = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{rr}} \frac{\partial g_{\phi\phi}}{\partial r} = -\frac{1}{2} \frac{1}{(-e^{2\Lambda})} \frac{\partial}{\partial r} (-r^2 \text{sen}^2\theta) = \frac{1}{2} e^{-2\Lambda} (-2r \text{sen}^2\theta) = -re^{-2\Lambda} \text{sen}^2\theta$$

Por último, llevaremos a cabo la evaluación del símbolo de Christoffel $\Gamma^{\theta}_{\phi\phi}$:

$$\Gamma^2_{33} = \Gamma^{\theta}_{\phi\phi} = -\frac{1}{2} \frac{1}{g_{\theta\theta}} \frac{\partial g_{\phi\phi}}{\partial \theta} = -\frac{1}{2} \frac{1}{(-r^2)} \frac{\partial}{\partial \theta} (-r^2 \text{sen}^2\theta) = -\text{sen}\theta \cos\theta$$

Con los símbolos de Christoffel en nuestras manos podemos proceder a evaluar los componentes del tensor de Riemann de segundo género para la métrica de Schwarzschild mediante la fórmula:

$$R^i_{jkl} = \Gamma^i_{jl,k} - \Gamma^i_{jk,l} + \Gamma^{\sigma}_{jl} \Gamma^i_{\sigma k} - \Gamma^{\sigma}_{jk} \Gamma^i_{\sigma l}$$

$$R^i_{jkl} = \frac{\partial \Gamma^i_{jl}}{\partial x^k} - \frac{\partial \Gamma^i_{jk}}{\partial x^l} + \Gamma^{\sigma}_{jl} \Gamma^i_{\sigma k} - \Gamma^{\sigma}_{jk} \Gamma^i_{\sigma l}$$

Se recuerda que en esta fórmula para la obtención de las componentes del tensor de Riemann no aplica la convención de sumación para índices repetidos en lo que representa el símbolo del lado izquierdo.

A continuación evaluaremos el componente R^t_{tr} . Para la obtención del mismo necesitaremos lo siguiente:

$$\frac{\partial \Gamma^t_{rr}}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} (0) = 0$$

$$\frac{\partial \Gamma^t_{rt}}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} (\Phi') = \Phi''$$

Usando estas dos relaciones y utilizando la fórmula para la obtención de los componentes del tensor de Riemann expandiendo en la misma los productos que involucran a los símbolos de Christoffel *para los cuales sí se aplica la convención de sumación para índices repetidos*, tenemos el siguiente resultado intermedio (los símbolos de Christoffel que son iguales a cero se han puesto de color rojo):

$$R^t_{trt} = 0 - \Phi'' + \Gamma^t_{rr} \Gamma^t_{tt} + \Gamma^r_{rr} \Gamma^t_{rt} + \Gamma^{\theta}_{rr} \Gamma^t_{\theta t} + \Gamma^{\phi}_{rr} \Gamma^t_{\phi t} - \Gamma^t_{rt} \Gamma^t_{tr} - \Gamma^r_{rt} \Gamma^t_{rr} - \Gamma^{\theta}_{rt} \Gamma^t_{\theta r} - \Gamma^{\phi}_{rt} \Gamma^t_{\phi r}$$

Substituyendo valores en los símbolos de Christoffel tenemos entonces el siguiente resultado intermedio:

$$R^t_{trt} = 0 - \Phi'' + (0)(0) + (\Lambda')(\Phi') + (0)(0) + (0)(0) - (\Phi')(\Phi') - (0)(0) - (0)(0) - (0)(0)$$

Simplificando obtenemos entonces el siguiente resultado final:

$$R^t_{trt} = -\Phi'' - (\Phi')^2 + \Phi' \Lambda'$$

En el 4-espacio de la Teoría Relatividad, tenemos un total de $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256$ componentes posibles para el tensor de Riemann. Pero ya vimos en una entrada previa que el número total de componentes independientes es de hecho 21. Pero ni siquiera tenemos que calcular todas estas 21 componentes, ya que lo que estamos buscando obtener eventualmente es el tensor de Ricci, y si lo obtenemos con la siguiente contracción tensorial en la cual sí se aplica la convención de sumación sobre el tensor de Riemann mediante índices repetidos:

$$R_{ij} = R^k_{ijk}$$

$$R_{ij} = R^0_{ij0} + R^1_{ij1} + R^2_{ij2} + R^3_{ij3}$$

tenemos entonces que para el tensor de Ricci *el cual es un tensor diagonal en este caso* hay cuatro componentes del mismo que necesitamos dadas por las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned} R_{00} &= R^0_{000} + R^1_{001} + R^2_{002} + R^3_{003} \\ R_{11} &= R^0_{110} + R^1_{111} + R^2_{112} + R^3_{113} \\ R_{22} &= R^0_{220} + R^1_{221} + R^2_{222} + R^3_{223} \\ R_{33} &= R^0_{330} + R^1_{331} + R^2_{332} + R^3_{333} \end{aligned}$$

requiriendo para ello únicamente 16 componentes del tensor de Riemann. Reemplazando a las coordenadas generalizadas por las coordenadas específicas a la métrica de Schwarzschild podemos ver mejor los componentes del tensor de Riemann que necesitamos para la obtención de los componentes del tensor de Ricci:

$$\begin{aligned} R_{tt} &= R^t_{ttt} + R^r_{ttr} + R^\theta_{tt\theta} + R^\phi_{tt\phi} \\ R_{rr} &= R^t_{rrt} + R^r_{rrr} + R^\theta_{rr\theta} + R^\phi_{rr\phi} \\ R_{\theta\theta} &= R^t_{\theta\theta t} + R^r_{\theta\theta r} + R^\theta_{\theta\theta\theta} + R^\phi_{\theta\theta\phi} \\ R_{\phi\phi} &= R^t_{\phi\phi t} + R^r_{\phi\phi r} + R^\theta_{\phi\phi\theta} + R^\phi_{\phi\phi\phi} \end{aligned}$$

Al llevar a cabo estas evaluaciones, los únicos componentes que no son cero resultan ser los componentes diagonales del tensor de Ricci, que vienen siendo los siguientes (aunque los cálculos que son algo laboriosos no son reproducidos aquí, el procedimiento de cómputo es el mismo que el mostrado en los problemas resueltos puestos en otras entradas previas):

$$\begin{aligned} R_{00} &= [-\Phi'' + \Phi'\Lambda' - (\Phi')^2 - 2\Phi'/r]e^{2\Phi-2\Lambda} \\ R_{11} &= \Phi'' + \Phi'\Lambda' + (\Phi')^2 - 2\Lambda'/r \\ R_{22} &= (1 + r\Phi' - r\Lambda')e^{-2\Lambda} - 1 \\ R_{33} &= R_{22}\text{sen}^2\theta \end{aligned}$$

En el vacío, las ecuaciones de campo de la Relatividad General requieren que estas expresiones se desvanezcan para una *partícula de prueba* suficientemente pequeña (con masa en el caso de una partícula material y sin masa en reposo en el caso de un fotón luminoso) como para que esta no produzca una curvatura en el espacio-tiempo:

$$R_{00} = R_{11} = R_{22} = R_{33} = 0$$

o bien, prescindiendo de las coordenadas generalizadas y usando las coordenadas específicas de la métrica en cuestión:

$$R_{tt} = R_{rr} = R_{\theta\theta} = R_{\phi\phi} = 0$$

Estos desvanecimientos nos imponen la condición:

$$\Lambda' + \Phi' = 0 \Rightarrow \frac{d\Lambda}{dr} + \frac{d\Phi}{dr} = 0$$

Como ya se mencionó arriba, a grandes distancias, para grandes valores de r , el espacio debe ser aproximadamente plano, de modo tal que ambos Λ y Φ deben tender a cero para $r \rightarrow \infty$:

$$\begin{aligned} \lim_{r \rightarrow \infty} \Phi(r) &= 0 \\ \lim_{r \rightarrow \infty} \Lambda(r) &= 0 \end{aligned}$$

y entonces:

$$\Lambda + \Phi = 0$$

El desvanecimiento de R_{22} nos resulta en lo siguiente:

$$\begin{aligned} (1 + r\Phi' - r\Lambda')e^{-2\Lambda} - 1 &= 0 \\ (1 + r\Phi' - r\Lambda')e^{-2\Lambda} &= 1 \end{aligned}$$

Haciendo recurso de la condición $\Lambda' = -\Phi'$ obtenida de los otros desvanecimientos tenemos entonces:

$$\begin{aligned} [1 + r\Phi' - r(-\Phi')]e^{-2\Lambda} &= 1 \\ (1 + 2r\Phi')e^{-2\Lambda} &= 1 \end{aligned}$$

Substituyendo en el exponente a Λ por $-\Phi$ llegamos a lo siguiente:

$$(1 + 2r\Phi')e^{2\Phi} = 1$$

que puede ser compactado todo como la derivada del producto de dos términos (regla de Leibniz):

$$\begin{aligned} (1 + 2r\Phi')e^{2\Phi} &= 1 \\ \frac{d}{dr}(re^{2\Phi}) &= 1 \end{aligned}$$

Esto se puede integrar de inmediato llevándonos a:

$$r e^{2\Phi} = r + 2m$$

siendo m una constante de integración que posee unidades de longitud.

Tenemos entonces recurriendo al valor del componente g_{00} :

$$g_{00} = e^{2\Phi} = (r + 2m)/r$$

$$g_{00} = 1 + 2m/r$$

Ahora bien, este resultado relativista debe coincidir con la aproximación Newtoniana (clásica, pre-relativista) para grandes valores de r . Comparando la expresión relativista que acabamos de obtener con la expresión Newtoniana para la cual el potencial gravitacional es $\nabla\phi = -GM/r$ (no confundir el potencial gravitacional ϕ con el mismo símbolo que usamos para denotar la coordenada angular en el 4-espacio de la métrica esférica):

$$g_{00} = 1 + 2\phi/r$$

podemos ver que la constante de integración m es simplemente la masa del cuerpo central que produce el campo gravitacional. Del mismo modo, siendo $\Lambda = -\Phi$, tenemos que concluir que:

$$g_{11} = g_{rr} = -e^{-2\Lambda} = -(1/e^{2\Lambda})$$

Substituyendo estas expresiones en el elemento de línea con el que empezamos, esto nos conduce a la siguiente respuesta final para la métrica que estamos buscando para un campo **simétricamente esférico** y **estático** producido por un cuerpo esféricamente simétrico en reposo:

$$ds^2 = (1 + 2m/r) c^2 dt^2 - (1 + 2m/r)^{-1} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)$$

Como ya se dijo, la constante de integración m tiene unidades de distancia, y es conocida como la **masa geométrica** del cuerpo central. Restableciendo la constante c^2 (el cuadrado de la velocidad de la luz) que habíamos hecho igual a la unidad para no estarla arrastrando innecesariamente a lo largo de la derivación, dimensionalmente tenemos que la masa geométrica en realidad es igual a:

$$m = GM/c^2$$

Esto quiere decir que la métrica, dimensionalmente correcta, es la siguiente:

$$ds^2 = (1 + 2GM/rc^2) c^2 dt^2 - (1 + 2GM/rc^2)^{-1} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)$$

Esta es la solución matemáticamente exacta a las ecuaciones de campo de Einstein encontrada por Karl Schwarzschild, la cual quedó huérfana al fallecer su descubridor al año siguiente de haberla encontrado.

PROBLEMA: *Demostrar que la métrica de Schwarzschild se reduce como un caso especial a la métrica Lorentziana correspondiente a un espacio-tiempo plano.*

A grandes distancias del cuerpo que está generando un campo esféricamente simétrico y estático, podemos poner $r \rightarrow \infty$ con lo cual tenemos en la métrica de Schwarzschild dos términos que se desvanecen:

$$ds^2 = (1 + 2GM/rc^2) c^2 dt^2 - (1 + 2GM/rc^2)^{-1} dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)$$

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2\theta d\phi^2$$

$$ds^2 = c^2 dt^2 - (dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2\theta d\phi^2)$$

Para la conversión de coordenadas esféricas a coordenadas Cartesianas rectangulares tenemos lo siguiente:

$$x = r \sin \theta \cos \phi$$

$$y = r \sin \theta \sin \phi$$

$$z = r \cos \theta$$

$$(dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 = (dr)^2 + r^2(d\theta)^2 + r^2 \sin^2\theta(d\phi)^2$$

Con esto tenemos entonces lo siguiente:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Esta es precisamente la métrica de Lorentz para un espacio-tiempo plano, propia de la Teoría Especial de la Relatividad.

Todas las métricas que podamos proponer dentro de la Relatividad General para el estudio de espacio-tiempos curvos se deben reducir a la métrica Lorentziana a distancias suficientemente grandes del cuerpo o de los cuerpos que generan los campos gravitacionales que están provocando la curvatura, ya que de no ser así la métrica propuesta es necesariamente una métrica errónea. O puesto en términos más formales, la Teoría Especial de la Relatividad es efectivamente un caso especial de la Teoría General de la Relatividad.

Continúa en el próximo número...

La estudiante que en menos de una semana resolvió un famoso problema matemático que llevaba medio siglo sin respuesta.

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**
TOMADO DE: **MSN**



LOS NUDOS MATEMÁTICOS TIENEN SIMILITUDES CON LOS DE LA VIDA REAL, COMO LOS NUDOS NÁUTICOS.
CRÉDITO IMAGEN: GETTY IMAGES.

De un lado: *el nudo de Conway*, un problema matemático famoso por la eminencia que lo propuso, el inglés *John Horton Conway*, y porque llevaba medio siglo sin respuesta.

Del otro lado: *Lisa Piccirillo*, una estudiante universitaria estadounidense que se cruzó con el problema en un congreso y le pareció un ejercicio interesante para hacer en su tiempo libre.

¿El resultado? En menos de una semana el enigma estaba resuelto.

Era 2018 y entonces Piccirillo cursaba su doctorado en la Universidad de Texas, en Estados Unidos. Al cruzarse con el profesor de matemáticas Cameron Gordon, le comentó lo que había descubierto unos días antes.

"Comenzó a gritar: '¿Por qué no estás más emocionada?'", contó Piccirillo al sitio de noticias científicas *Quanta*. "Se puso como loco", agregó.

Tal como Gordon le adelantó aquel día, la solución terminó siendo publicada por la prestigiosa revista *Annals of Mathematics*.

"El problema del nudo de Conway ha estado abierto durante mucho tiempo y muchos matemáticos brillantes han pensado en él sin poder resolverlo", explicó a BBC Mundo el matemático Javier Aramayona, Investigador Ramón y Cajal en la Universidad Autónoma de Madrid y miembro del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) de España.

Tan importante es lo que logró que "el resultado ha sido publicado en una de las mejores revistas de matemáticas y ha contribuido de manera significativa a que Piccirillo haya obtenido una plaza permanente en MIT después de poco más de un año desde su graduación".

¿QUÉ ES UN NUDO MATEMÁTICO?

Para explicar qué es el problema del nudo de Conway, antes es preciso hablar de la topología, la rama de las matemáticas en la que se enmarca.

"La topología se interesa por las propiedades que persisten tras deformar de manera continua los objetos geométricos (por ejemplo, retorciéndolos o estirándolos), pero sin romperlos", explica Aramayona, quien se especializa en esta área.

"Aunque desde el punto de vista de la geometría un cuadrado es muy diferente de una circunferencia, desde el punto de vista de la topología ambos objetos son indistinguibles", continúa.

"En efecto, podemos ver fácilmente cómo deformar uno y transformarlo en el otro si nos los imaginamos hechos de plastilina".

Dentro de la topología está la llamada *teoría de nudos*, donde el objeto de estudio, el nudo, tiene ciertas similitudes con los de la vida real.

"La idea intuitiva que tenemos que tener es imaginar una cuerda que atamos y a la que pegamos los extremos entre sí", explica a BBC Mundo la matemática Marithania Silvero del Instituto de Matemáticas de la Universidad de Sevilla, de España.

"¿Y qué es lo que estudia la teoría de nudos? Las deformaciones que podemos hacerle a esa cuerda. Es decir vemos cómo podemos retorcer esa cuerda, doblarla, plegarla, estirla, comprimirla... Lo que no podemos hacer es cortar la cuerda. Eso está prohibido".

El nudo más simple, el trivial, sería como una cuerda con los extremos pegados y ningún cruce hecho.

"Pero podemos imaginar nudos con tantos cruces y tan complicados como uno quiera", dice Aramayona.

"Cualquier tabla de nudos marineros está llena de ejemplos de nudos muy complicados", agrega.

EL PROBLEMA DEL NUDO DE CONWAY

Parte de la fama del nudo de Conway se debe a Conway en sí mismo.

Fallecido en abril de 2020 a causa del covid-19, este prolífico, influyente y carismático matemático, que trabajó en universidades como Cambridge y Princeton, era "el ególatra más querido del mundo", según su biógrafa, Siobhan Roberts.

"Es Arquímedes, Mick Jagger, Salvador Dalí y Richard Feynman en una sola persona", escribió.

En 1970 Conway introdujo un nudo que tiene 11 cruces y desde entonces los matemáticos intentaban responder -sin éxito- si era slice o no.

"Los matemáticos a la hora de clasificar los nudos, estudiamos distintas propiedades que tengan los nudos. Una de esas propiedades es la de ser o no slice", explica Silvero.

La investigadora especializada en teoría de nudos reconoce que esta propiedad es complicada de explicar sin recurrir a tecnicismos porque abarca el espacio de dimensión cuatro.

"Por ejemplo, una esfera de dimensión dos es el borde de una bola de dimensión tres", dice.

"De igual forma", continúa, "si subimos una dimensión más, podemos imaginar que un espacio de dimensión tres sería el borde de un espacio de dimensión cuatro".

"Entonces, decimos que un nudo es slice si cumple la propiedad de ser borde de un disco cuando lo vemos dentro de un espacio de dimensión cuatro".

En este aspecto, la importancia del problema del nudo de Conway cobra otra perspectiva.

"Existen 2.978 nudos de menos de 13 cruces y había 2.977 de los cuales se sabía si eran slice o no", asegura Silvero. "¿Cuál era el único que no se sabía? Pues el nudo de Conway".



EL NUDO DE CONWAY, INTRODUCIDO EN 1970, TIENE 11 CRUCES Y GRACIAS A PICCIRILLO AHORA SE SABE QUE NO ES SLICE. CREDITO IMAGEN: BBC.

La respuesta a la famosa interrogante, tal como se explica en el propio título del artículo de Piccirillo en *Annals of Mathematics*, no deja lugar a dudas: "El nudo de Conway no es slice".

UN MÉTODO INGENIOSO

Para encontrar la solución a este antiguo problema, lo que Piccirillo hizo fue sustituir al nudo de Conway por otro que inventó donde la propiedad slice era más sencilla de estudiar.

Ese otro nudo "de su invención", cuenta Aramayona, "tiene la propiedad que es slice si y solamente si el nudo de Conway lo es".

Después usó una serie de técnicas que terminaron por probar que su nudo no era slice y, por ende, tampoco el de Conway.

"Con su resultado cerramos la clasificación de los nudos de menos de 13 cruces respecto a si son slice o no", afirma Silvero.

Y agrega que lo ingenioso del abordaje de la estadounidense fue "combinar la idea de ella construir un nudo con el uso de técnicas que ya existían en teoría de nudos".

Suena simple, pero inventarse estos nudos emparentados, que son "hermanos de traza", es complicado. Aunque no para Piccirillo.

"No me permitía trabajar en el problema durante el día, porque no consideraba que fueran matemáticas reales. Lo pensaba como la tarea domiciliaria", dijo la matemática a la revista *Quanta*.

"Es algo que, digamos, me resulta familiar", contó. "Así que solo me fui para casa y lo hice".

Matemáticas para describir las olas del mar.

Los matemáticos buscan, desde hace siglos, soluciones a las ecuaciones que se correspondan con olas tubo, las favoritas de los surfistas.

Versión del artículo original de ELENA DI IORIO

TOMADO DE: El País – Madrid / Sección Café y Teoremas – 18 de abril de 2022



EL BRASILEÑO FILIPE TOLEDO EN EL TUBO DE LA OLA DURANTE EL FIJI PRO CELEBRADO EN TAVARUA, FIJI, EN 2019.
CRÉDITO FOTO: KRISTIN SCHOLTZ. FUENTE: GETTY.

Elena Di Iorio es investigadora postdoctoral en el Instituto de Ciencias Matemáticas.

Café y Teoremas es una sección dedicada a las matemáticas y al entorno en el que se crean, coordinado por el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en la que los investigadores y miembros del centro describen los últimos avances de esta disciplina, comparten puntos de encuentro entre las matemáticas y otras expresiones sociales y culturales y recuerdan a quienes marcaron su desarrollo y supieron transformar café en teoremas. El nombre evoca la definición del matemático húngaro Alfred Rényi: "Un matemático es una máquina que transforma café en teoremas". Edición y coordinación: Ágata A. Timón G Longoria (ICMAT).

Desde el siglo XVIII, los matemáticos han propuesto diversos modelos para describir las olas de superficie, que se propagan en la interfase entre dos medios diferentes. En concreto, las investigaciones buscan determinar las condiciones que garantizan la existencia de estas olas y estudiar la forma y propiedades de las mismas.

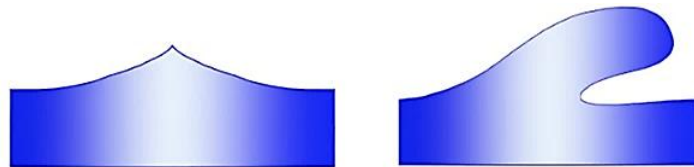
Los modelos capturan el movimiento de una masa de agua bajo un cuerpo de aire, empleando un conjunto de ecuaciones en derivadas parciales, las llamadas ecuaciones de Euler. Estas ecuaciones se deducen al aplicar leyes de conservación a la masa de agua: la conservación del volumen y la conservación del momento. Además, se imponen diferentes condiciones a la interfase: se puede considerar la presencia de la gravedad y también la tensión superficial, es decir, la tensión mecánica de cohesión de las partículas en la interfase, que provoca que objetos con mayor densidad que el agua, o insectos, floten en la superficie, en vez de hundirse. Si solo se considera la gravedad, son olas gravitacionales; si solo se tiene en cuenta la tensión superficial, son olas capilares puras; si se tienen en cuenta ambas fuerzas, entonces son olas capilares-gravitacionales.

Además, es posible considerar estas olas con una profundidad finita o infinita; la profundidad infinita es una aproximación de la profundidad de los océanos. Para modelar olas más realistas, que tienen en cuenta también la presencia del viento, remolinos y corrientes, se añade a las ecuaciones la vorticidad, que se relaciona con la velocidad rotacional del fluido.

Por otro lado, al mirar las olas de superficie de un lago o del mar se observa que, de forma aproximada, mantienen una velocidad constante y una misma forma. Por tanto, el problema se estudia con independencia del tiempo, lo que permite simplificar las ecuaciones de Euler. Sin embargo, por otro lado, se tiene en cuenta que la interfase entre el agua y el aire se mueve con el fluido, por lo que es una incógnita del problema, que añade dificultad matemática.

El resultado es un conjunto de ecuaciones de Euler estacionarias –es decir, cuyas soluciones no cambian con el tiempo–, incompresibles –lo que significa que el fluido no se puede comprimir, mantiene siempre el mismo volumen– y rotacionales o irrotacionales, con diferentes condiciones en la interfase (gravedad, tensión superficial o ambas). Como decíamos al comienzo, el objetivo principal es probar que tienen solución –que, en el mundo físico, se corresponde a la ola– y entender cuál es su forma y sus propiedades.

En 1840 George Gabriel Stokes comenzó sus estudios sobre las olas y descubrió que, en presencia únicamente de la gravedad, la ola más alta posible forma, en la cresta –el punto más alto de la ola–, un ángulo de 120° con el plano horizontal. La teoría de Stokes ha resultado ser muy útil para describir tsunamis y para diseñar estructuras costeras.



A LA IZQUIERDA, LA OLA MÁS ALTA POSIBLE, ÚNICAMENTE EN PRESENCIA DE GRAVEDAD. A LA IZQUIERDA, UNA OLA DE TIPO TUBO.

Según este resultado, considerando solo la presencia de la gravedad, no pueden aparecer olas que se doblan sobre ellas mismas (llamadas *overhanging*, o tubos), cuyo caso extremo son olas tan inclinadas que el extremo de la cresta toca la base, formando un tubo cerrado. Con otras condiciones, ¿podemos obtener este tipo de ola tubo como solución a las ecuaciones? Es un fenómeno que se observa en la naturaleza –de hecho, ¡son las olas favoritas de los surfistas! – por lo que, si no puede ser solución de las ecuaciones consideradas, esto significaría que el modelo no está ofreciendo una buena descripción de las olas.

De momento, hay muchas demostraciones con métodos numéricos –que aproximan las soluciones a las ecuaciones– que prueban la existencia de olas tubo en ciertas condiciones, pero pocos de estos resultados se han confirmado de forma analítica.

El resultado más famoso en ese sentido, publicado por G. D. Crapper en 1957, demuestra la existencia de olas tubo cuando solo hay tensión superficial. En concreto, prueba la existencia de olas capilares puras irrotacionales con profundidad infinita.

Desde el punto de vista analítico, estas son las únicas soluciones exactas y explícitas que muestran este comportamiento. En las últimas décadas se han realizado muchas extensiones de este trabajo, añadiendo pequeños valores de gravedad, o pequeños valores de gravedad y una vorticidad pequeña y concentrada. Todas estas soluciones se consideran perturbaciones de las olas de Crapper y tienen perfiles tubo, por lo que nos permiten acercarnos al sueño de cualquier surfista. En un planeta con una gravedad pequeña y grandes profundidades, ¡existiría una ola tubo perfecta para surfear en cualquier momento!

TEMAS DE MATEMÁTICA

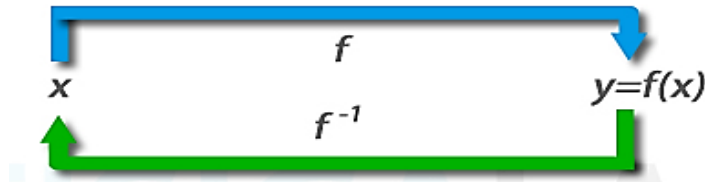
Función Inversa

Material preparado por Dr. Rafael Ascanio Hernández
Docente FACE-UC



¿Cuándo una función tiene inversa?

Dada una **función** $f(x)$ que asocia a cada elemento x del **dominio** su imagen $f(x)$ en el rango o **recorrido**, su función inversa (también llamada función recíproca) **y que se representa** $f^{-1}(x)$, de existir, es aquella que, aplicada sobre los elementos del rango de $f(x)$, les asocia un elemento del dominio de la misma, al que se le llama **antiimagen**. (Nota: el “-1” de $f^{-1}(x)$ no es un exponente sino que se utiliza como símbolo para indicar la condición de función inversa).



No todas las funciones tienen una función inversa, ya que si un elemento del rango no es imagen de un elemento del dominio, cuando se aplique su función inversa, esta no será función.

Esto obliga a verificar lo siguiente:

1º) Todos y cada uno de los elementos del dominio debe tener imagen y esta debe ser única (verificado esto, se garantiza que sea función y que además es *inyectiva*)

2º) Si la función está definida de un conjunto A (dominio de la función) en un conjunto B , todos y cada uno de los elementos de B debe tener antiimagen en A y esta debe ser única (es decir que el proceso recíproco garantice que la función definida del conjunto B , rango de la función, en el conjunto A también sea función inyectiva, condición que permite indicar que la función es *sobreyectiva*).

En resumen, para que una función inversa exista, la función original tiene que ser *inyectiva* y *sobreyectiva*, condiciones que permite catalogarla como **función biyectiva**.

Entonces una función f definida de un conjunto A en otro B , tiene inversa si se verifica lo siguiente:

Sea $f : A \rightarrow B$ una función; f tendrá función inversa f^{-1} si se cumple lo siguiente:

1º) f es inyectiva: $\forall x_1, x_2 \in \text{Dom } f \wedge x_1 \neq x_2 \Rightarrow f(x_1) \neq f(x_2)$

2º) f tiene que ser sobreyectiva: $\text{Dom}_f = \text{Rgo}_f$.

El cumplir estas dos condiciones, permite afirmar que la función es biyectiva.

En conclusión, si una función f es biyectiva entonces tiene función inversa f^{-1} .

Propiedad:

Si f y f^{-1} son funciones inversas entre sí, entonces $(f \circ f^{-1})(x) = x \wedge (f^{-1} \circ f)(x) = x$.

Ejemplo:

Las funciones $f(x) = \ln x$ y $g(x) = e^x$ son inversas entre sí; entonces se cumple que:

a) $(f \circ g)(x) = f[g(x)] = \ln(e^x) = x$

b) $(g \circ f)(x) = g[f(x)] = e^{\ln x} = x$

Reto al lector: Utilice sus conocimientos matemáticos para verificar estas propiedades.

Ejercicio.-

Sean las funciones $f(x) = e^{2x+1}$ y $g(x) = \frac{1}{x+3}$.

- Obtenga la función compuesta f con g , y obtenga su dominio.
- Obtenga la función compuesta g con f , y obtenga su dominio.
- Si $(f \circ g)(x)$ es inyectiva, obtenga su inversa $(f \circ g)^{-1}(x)$

Solución:

$$a) (f \circ g)(x) = f[g(x)] = e^{2 \cdot \frac{1}{x+3} + 1} = e^{\frac{x+5}{x+3}}$$

Dominio:

$$(f \circ g)(x) = e^{\frac{x+5}{x+3}} \quad (\text{Función exponencial})$$

En general, el dominio de las funciones exponenciales es igual a todos los números reales ya que no tenemos restricciones con los valores que x puede tomar. Pero en el caso de $(f \circ g)(x)$, la variable puede tomar todos los valores de \mathbb{R} excepto los que anulen el denominador de la fracción en el exponente. Es decir que:

$$x + 3 \neq 0 \rightarrow x \neq -3$$

El dominio de $(f \circ g)(x)$ son todos los números reales excepto el -3. Luego: $Dom_{f \circ g} = \mathbb{R} - \{-3\}$

$$b) (g \circ f)(x) = g[f(x)] = \frac{1}{e^{2x+1} + 3}$$

Dominio:

$$(g \circ f)(x) = g[f(x)] = \frac{1}{e^{2x+1} + 3} \quad (\text{Función racional})$$

Las funciones racionales existen para todo \mathbb{R} , menos para los valores que hacen 0 el denominador. Por tanto, para calcular el dominio de una función racional, debemos determinar los valores que hacen 0 el denominador y excluirlo del dominio. Esta función existirá siempre, menos cuando el denominador sea igual a 0.

Luego:

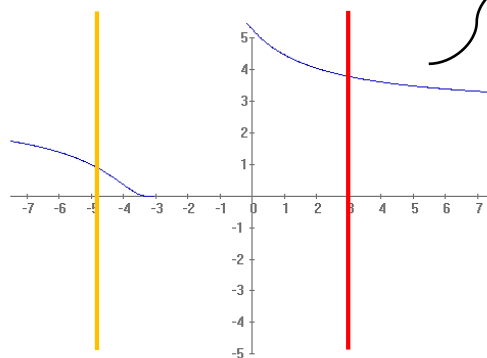
$$e^{2x+1} + 3 = 0 \rightarrow e^{2x+1} = -3$$

Pero la expresión e^{2x+1} nunca es negativa, lo que permite afirmar que no hay valores en \mathbb{R} que anulen el denominador.

Así que:

$$Dom_{g \circ f} = \mathbb{R}$$

c) **¿ $(f \circ g)(x)$ es inyectiva?** Obsérvese la gráfica de la función. $(f \circ g)(x) = e^{\frac{x+5}{x+3}}$



Al trazar rectas verticales, podemos determinar que la función es inyectiva en todo su dominio porque se cumple que:

$$\forall x_1, x_2 \in Dom_{f \circ g} : x_1 \neq x_2 \Rightarrow f(x_1) \neq f(x_2)$$

También es sobreyectiva porque se cumple $Dom_{f \circ g} = Rgo_{f \circ g}$. Al cumplir con estas dos condiciones es biyectiva lo que permite afirmar que la función tiene inversa.

Obtengamos la Función Inversa de $(f \circ g)(x)$:

$$(f \circ g)(x) = e^{\frac{x+5}{x+3}} \rightarrow y = e^{\frac{x+5}{x+3}}$$

$$x = e^{\frac{y+5}{y+3}}$$

$$\operatorname{Ln} x = \operatorname{Ln} \left(e^{\frac{y+5}{y+3}} \right)$$

$$\operatorname{Ln} x = \frac{y+5}{y+3} \cdot \operatorname{Ln} e$$

$$\operatorname{Ln} x = \frac{y+5}{y+3}$$

$$(y+3)\operatorname{Ln} x = y+5$$

$$y\operatorname{Ln} x + 3\operatorname{Ln} x = y+5$$

$$y\operatorname{Ln} x - y = 5 - 3\operatorname{Ln} x$$

$$y(\operatorname{Ln} x - 1) = 5 - 3\operatorname{Ln} x$$

$$y = \frac{5 - 3\operatorname{Ln} x}{\operatorname{Ln} x - 1} \rightarrow (f \circ g)^{-1}(x) = \frac{5 - 3\operatorname{Ln} x}{\operatorname{Ln} x - 1}$$

Si consideramos que $(f \circ g)(x) = v(x) \wedge (f \circ g)^{-1}(x) = w(x)$, debe cumplirse que: $(v \circ w)(x) = x$

Veamos:

$$(v \circ w)(x) = v[w(x)] = e^{\frac{\frac{5-3\operatorname{Ln} x}{\operatorname{Ln} x - 1} + 5}{\frac{5-3\operatorname{Ln} x}{\operatorname{Ln} x - 1} + 3}} = e^{\frac{5-3\operatorname{Ln} x + 5\operatorname{Ln} x - 5}{\operatorname{Ln} x - 1}} = e^{\frac{5-3\operatorname{Ln} x + 3\operatorname{Ln} x - 3}{\operatorname{Ln} x - 1}} = e^{\frac{2\operatorname{Ln} x}{\operatorname{Ln} x - 1}} = e^{\operatorname{Ln} x} = x$$

Luego $w(x) = \frac{5 - 3\operatorname{Ln} x}{\operatorname{Ln} x - 1}$ es la función inversa de $(f \circ g)(x) = v(x)$, así $w(x) = (f \circ g)^{-1}(x)$

RETO AL LECTOR.-

Queda como un reto al lector, verificar si se cumple que $(w \circ v)(x) = x$.

Versiones de artículos originales de JAVIER YANES - @yanes68 - Elaborado por Materia para OpenMind

J. Robert Oppenheimer: De la bomba atómica al pacifismo.

“Ahora me he convertido en la Muerte, el destructor de mundos”, dijo J. Robert Oppenheimer. Con esta frase, pronunciada próximo a su muerte, manifestaba que no se arrepentía de haber dedicado todo su talento científico a desarrollar la bomba atómica.

La usó para explicar que siempre había sido un pacifista, antes y después de la bomba.



JULIUS ROBERT OPPENHEIMER
(22 DE ABRIL DE 1904 – 18 DE FEBRERO DE 1967)

“Ahora me he convertido en la Muerte, el destructor de mundos”. En 1965, en plena Guerra Fría y con los ensayos nucleares en su apogeo, la cadena de televisión NBC emitía el documental *The Decision to Drop the Bomb* (*La decisión de lanzar la bomba*). La película retrocedía dos decenios para diseccionar el momento histórico en que se tomó la decisión de arrojar la bomba atómica sobre Hiroshima.



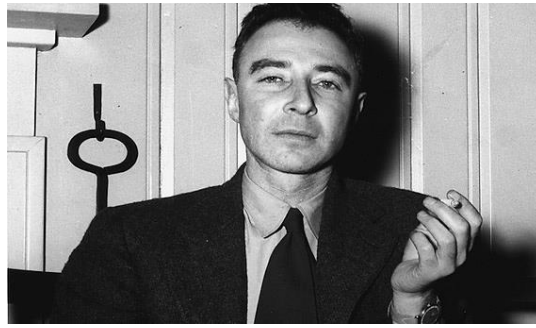
LA FAMOSA FOTOGRAFÍA EN COLOR DE LA PRUEBA TRINITY, LA PRIMERA EXPLOSIÓN NUCLEAR.
CRÉDITO IMAGEN: GOBIERNO ESTADOS UNIDOS.

Uno de los padres de aquel ingenio, el físico Julius Robert Oppenheimer, comparecía ante la cámara envejecido, ya retirado y afectado por el cáncer de garganta que le causaría la muerte apenas dos años después. Emocionado, Oppenheimer recordaba el 16 de julio de 1945, el día de la prueba Trinity, la primera explosión nuclear que él había contribuido a crear. Aquella frase que vino a su mente entonces, extraída del libro sagrado hindú *Bhagavad Gita*, ha perdurado hasta hoy como su cita más célebre.

Las palabras de Oppenheimer suelen recordarse como síntesis ilustrativa del proceso vital de un científico que dedicó su talento a desarrollar el arma más mortífera jamás inventada por el ser humano, para después embarcarse en una cruzada pacifista que duraría hasta el fin de sus días. Una interpretación superficial hablaría de remordimientos y búsqueda de redención. Pero lo cierto es que, en más de dos décadas trabajando por la paz nuclear, el físico jamás dijo haberse arrepentido de construir la bomba o de recomendar su uso contra Japón. ¿Cómo se entiende entonces la metamorfosis de Oppenheimer? ¿Realmente la hubo?

ACUSADO DE COMUNISTA.

Oppenheimer fue el primer y brillante vástago de una acaudalada familia judía de Nueva York, no religiosa pero firmemente arraigada en los principios de la cultura ética. Graduado en Harvard, su paso por Europa, Caltech y la Universidad de California en Berkeley dejó un rastro de valiosos trabajos en un amplio espectro de campos de la física teórica; pero también un coqueteo con organizaciones izquierdistas que le puso en el punto de mira. Cuando en 1942 fue reclutado para el Proyecto Manhattan de fabricación de la bomba atómica como director del Laboratorio de Los Álamos, en Nuevo México, el FBI ya llevaba un año investigando sus actividades políticas.



EL PADRE DE LA BOMBA NUCLEAR, J. ROBERT OPPENHEIMER EN 1946. CRÉDITO IMAGEN: ED WESTCOTT.

Testigos presenciales del primer resultado de aquel trabajo, el ensayo Trinity, contaron que la reacción de Oppenheimer durante la prueba fue simplemente de alivio y satisfacción, y que exclamó “*it worked!*” (¡ha funcionado!). Pero sólo 11 días después del bombardeo de Hiroshima, el 17 de agosto de 1945, expresó por escrito al gobierno de EE. UU. su deseo de que las armas nucleares fueran prohibidas. Dos meses después le diría al presidente Harry S. Truman que sentía sangre en sus manos.

Así comenzó para Oppenheimer una nueva carrera, la de apóstol del desarme nuclear, que inició desde su nuevo puesto como presidente del Comité Asesor General de la Comisión de Energía Atómica de EE. UU. Este empeño, unido a sus convicciones políticas, le llevó a testificar en 1954 ante el Comité de Actividades Antiamericanas, dentro de la llamada caza de brujas promovida por el senador Joseph McCarthy. Oppenheimer no reconoció filiación alguna con organizaciones comunistas, pero sí simpatía. Como resultado, sus privilegios de seguridad fueron revocados y fue condenado al ostracismo político.

UN VERDADERO PACIFISTA.

Por todo ello, resulta curioso que en sus últimos años Oppenheimer afirmara que, de haber podido regresar atrás, lo habría hecho todo exactamente igual, y que no se arrepentía de haber contribuido al éxito de la bomba. Pero la clave de esta aparente contradicción podría estar en aquellas palabras que han pasado a la historia, y en cómo la filosofía hindú del *Bhagavad Gita* fue una poderosa influencia en el pensamiento del físico desde joven.



OPPENHEIMER, A LA IZQUIERDA, RECIBE EL PREMIO ENRICO FERMI. CRÉDITO IMAGEN: DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE EE. UU.

En la cita completa, Oppenheimer pronunció aquella frase explicando su contexto: “Vishnu trata de persuadir al Príncipe de que debe cumplir su obligación y, para impresionarlo, toma su forma de muchos brazos y dice, ‘Ahora me he convertido en la Muerte, el destructor de mundos’”. En 2000, el profesor de historia de la Universidad de Massachusetts Dartmouth James A. Hijiya escribió un lúcido ensayo que trataba de explicar cómo Oppenheimer interpretaba aquel pasaje: Vishnu quiere convencer al príncipe Arjuna de que debe ir a la guerra, algo a lo que él se niega porque supondría matar a sus propios parientes y amigos. Pero Vishnu le convence de que no puede rehuir un deber que es más grande que él: es su obligación, y no está en su mano elegir. Por fin, Arjuna va a la guerra.

Oppenheimer, concluía Hijiya, no se veía a sí mismo como Vishnu. No se arrogaba el papel de un dios. Él era Arjuna, el príncipe destinado a cumplir aquel deber inevitable. Una prueba terrible para un pacifista que siempre lo fue, antes y después de la bomba.

Cinco soluciones a la paradoja de Fermi.



Atendiendo a la lógica y a la estadística, en todo el universo debería haber innumerables civilizaciones extraterrestres. Pero como el genial físico *Enrico Fermi* planteó hace 70 años, ¿si es así por qué no tenemos pruebas de su existencia? La ciencia ha intentado descifrar esta paradoja durante años, y estas son algunas de las teorías que intentan darle respuesta.

A mediados del siglo XX el fenómeno OVNI comenzaba a cobrar fuerza y la cuestión de la vida alienígena se introducía tanto en la cultura popular como en las discusiones de los científicos. Una de estas tuvo lugar un día de verano de 1950, cuando cuatro físicos almorzaban en el comedor del laboratorio de Los Álamos (EEUU). Estadísticamente, razonaban, deberían existir innumerables civilizaciones en el universo. Pero entonces, ¿dónde están?, preguntó Enrico Fermi. La anécdota dio lugar a lo que se conoce como paradoja de Fermi, la aparente discrepancia entre lo que nos dice la razón y lo que observamos: hasta ahora, no tenemos ninguna prueba de vida alienígena, inteligente o no. A lo largo de los años, se han propuesto múltiples soluciones a esta paradoja. Repasamos aquí algunas de ellas.

ESTÁN DEMASIADO LEJOS PARA CUALQUIER CONTACTO

Aunque el cine de ciencia ficción nos tenga acostumbrados a la idea de los viajes interestelares y los encuentros entre seres de orígenes muy distantes, la realidad impone un drástico recorte: ni siquiera las comunicaciones pueden viajar más rápido que la luz. El diámetro de nuestra galaxia supera los 150.000 años luz. Nuestras señales de radio llevan poco más de un siglo emitiéndose, por lo que nuestra presencia solo podría detectarse en un radio de unos 100 años luz en torno a la Tierra. Una imagen publicada por *The Planetary Society* ilustraba lo ridícula que resulta la expansión actual de nuestras transmisiones en la inmensa escala de la Vía Láctea.



EN 1974 SE ENVIÓ UN MENSAJE AL ESPACIO DESDE EL OBSERVATORIO DE ARECIBO, EN PUERTO RICO.
CRÉDITO FOTO: H. SCHWEIKER/WIYN AND NOAO/AURA/NSF.

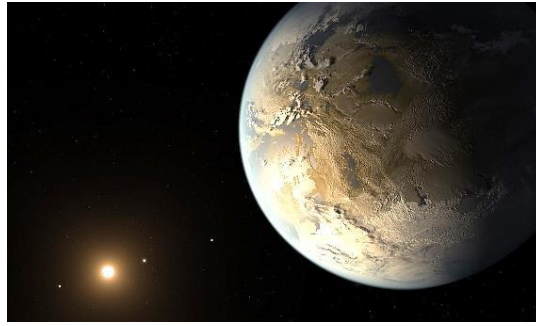
Esta misma limitación se aplica a la posibilidad de recibir señales de otras civilizaciones, dado que la velocidad de la luz es universal. En 2016, un estudio introdujo en un modelo ciertos parámetros estimados sobre la distribución de estrellas en la galaxia y la posible frecuencia de la existencia de vida para concluir que solo un 1% de la galaxia puede haber sido ya cubierto por transmisiones de radio de distintos planetas, y que aún deberemos esperar unos 1.500 años para tener una probabilidad decente de ser alcanzados por alguna emisión alienígena.

SOMOS LOS PRIMEROS Y NOS EXTINGUIREMOS ANTES DE QUE HAYA OTROS

En 1961, el radioastrónomo Frank Drake dio forma algebraica a la idea ya instalada sobre la multiplicidad de la vida inteligente en nuestra galaxia. La llamada ecuación de Drake, que trata de estimar este número de civilizaciones, ha sido reevaluada ininidad de veces por otros científicos, pero generalmente con el resultado de que esos otros seres deben de ser abundantes. Sin embargo, e incluso aceptando esta visión optimista, algunos científicos han llamado la atención sobre el hecho de que estimaciones como la ecuación de Drake no tienen en cuenta que una civilización nace y muere. Y que en el recorrido vital del universo, unas y otras no tienen por qué solaparse en el tiempo.

En 2015, dos astrónomos del *Space Telescope Science Institute* calculaban en un 92% la posibilidad de existencia de otras civilizaciones en el universo, pero a lo largo de toda su historia; la mala noticia era que el 92% de los planetas similares al nuestro en toda la historia del universo aún no se han formado. La conclusión es que los humanos hemos surgido demasiado pronto, y probablemente ya no estaremos aquí cuando aparezcan otros seres inteligentes.

Aún más: según cierta hipótesis, el hecho de que hayamos llegado los primeros podría impedir que llegue a existir nadie más, si ocurriera que la expansión de una civilización tiende a eliminar a otras sin siquiera percatarse de ello.



EL OBSERVATORIO KEPLER DE LA NASA DESCUBRIÓ EL PRIMER PLANETA DEL TAMAÑO DE LA TIERRA EN LA "ZONA HABITABLE" DE OTRA ESTRELLA.
CRÉDITO IMAGEN: NASA AMES / INSTITUTO SETI / JPL-CALTECH.

NOS OBSERVAN SIN QUE LO SEPAMOS: LA HIPÓTESIS DEL ZOO

El pionero de la exploración espacial Konstantin Tsiolkovsky ya reflexionó en sus manuscritos sobre la paradoja de Fermi, décadas antes que el propio Fermi. En 1933 escribió que los seres alienígenas, infinitamente más avanzados que nosotros, encontrarían el mismo interés en comunicarse con nosotros que nosotros en intentarlo con lobos, serpientes o gorilas. Cuarenta años más tarde, el radioastrónomo John Ball llegó a una visión similar, afirmando que los alienígenas “nos han dejado aparte como un área salvaje o zoo”.

Esta llamada hipótesis del zoo, que otras criaturas inteligentes nos vigilan sin revelar su presencia, siendo nosotros para ellos como los animales de una reserva natural, fue revisada en 1977 por Thomas Kuiper y Mark Morris, quienes argumentaron que los alienígenas nos mantienen en cuarentena hasta que podamos ofrecer algo aprovechable. Estas ideas continúan ocupando las reflexiones teóricas de algunos científicos. Sin embargo, cuando se lleva al terreno de las simulaciones, este aislamiento deliberado y acordado por el resto de civilizaciones requeriría una sincronía entre ellas que probablemente no pueda darse en nuestra galaxia.

ESTÁN HIBERNANDO, O ESPERANDO

Ideas como las mencionadas antes suelen centrar el interés de quienes creen en un universo rebosante de vida de la cual aún no tenemos noticias. Pero esto no detrae a los científicos de jugar con otras soluciones imaginativas. Un estudio lanzó la hipótesis de la estivación: si una civilización súper inteligente hubiera logrado sustituir su biología por máquinas, podría estar esperando a que la expansión del universo lo enfriara para aumentar la eficiencia de sus computaciones.

Según otra idea, los alienígenas podrían aprovechar los movimientos relativos de las estrellas para viajar solo cuando el destino está más próximo, del mismo modo que los terrícolas enviamos naves a Marte cuando está más cerca de la Tierra. Así, quizá nos visitaron hace 10 millones de años y no vuelvan a hacerlo en mucho tiempo.



EL CONCEPTO DE ESTE ARTISTA PERMITE IMAGINAR CÓMO SERÍA ESTAR EN LA SUPERFICIE DEL EXOPLANETA TRAPPIST-1F.
CRÉDITO IMAGEN: NASA / JPL-CALTECH.

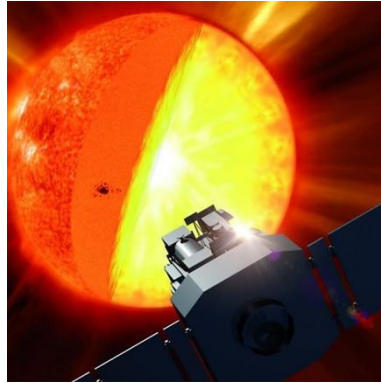
NO HAY PARADOJA: NO EXISTE NADIE MÁS

Todo lo anterior asume que esos millones de civilizaciones con las que aún no hemos contactado existen. Pero no todos los científicos están de acuerdo. Como ejemplo, en 2018 investigadores de la Universidad de Oxford defendían que la posibilidad de aparición de vida se ha sobrestimado en la ecuación de Drake. Con el reajuste propuesto por estos autores, esta es su conclusión: “Encontramos una probabilidad sustancial de que no haya otra vida inteligente en nuestro universo observable”. En concreto, cifraban entre un 53 y un 99,6% las posibilidades de que estemos solos en nuestra galaxia, y en todo el universo observable entre un 39 y un 85%.

Lo único seguro es que todo lo anterior es puramente especulativo. Pero para algunos biólogos, comenzando por el Nobel Jacques Monod en 1970, el hecho de que en nuestro planeta, tan propicio para la vida, esta haya surgido una única vez en miles de millones de años no invita a predecir que sea un fenómeno tan común. Como mínimo, postulan ciertos autores, presuponer que hay un camino inevitable desde una célula simple a la vida compleja y a una especie tecnológica es mucho presuponer. Según la hipótesis del Gran Filtro, a lo largo de esa vía existen cuellos de botella evolutivos en los que algo suele salir mal, frustrando la posibilidad de que surja una especie capaz de preguntarse si hay alguien más ahí fuera.

El sorprendente descubrimiento sobre el núcleo del Sol que desconcierta a los científicos

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**



EL HALLAZGO SE BASÓ EN DATOS APORTADOS POR INSTRUMENTOS EN LA SONDA SOHO DE LA NASA Y LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA. CRÉDITO IMAGEN: NASA.

El núcleo del Sol rota casi cuatro veces más rápido que la superficie de esta estrella.

Este hallazgo sorprendió a los científicos. La idea de que el núcleo solar puede rotar más rápido que la superficie había sido motivo de especulación durante más de dos décadas, pero el fenómeno nunca había sido medido.

"La explicación más factible es que la rotación del núcleo es un vestigio del período en que se formó el Sol, hace unos 4.600 millones de años", señaló Roger Ulrich, profesor emérito de la Universidad de California en Los Ángeles (EE.UU.) y uno de los autores del nuevo estudio publicado en la revista *Astronomy and Astrophysics*.

Ulrich ha estudiado el interior del Sol durante más de 40 años.

"Es muy emocionante pensar que hemos descubierto una reliquia de la formación del Sol", señaló el científico.

CUANDO EL SOL NACIÓ

La rotación del núcleo solar puede dar pistas del proceso de formación de nuestra estrella.

Luego del nacimiento del Sol, el viento solar probablemente hizo más lenta la rotación de la parte externa del Sol, según Ulrich.

La rotación también puede tener un impacto en las manchas solares, según el experto.

Las manchas solares son áreas del Sol con una temperatura más baja que sus alrededores y gran actividad magnética.

Una sola mancha puede llegar a tener un diámetro similar al de la Tierra.

OSCILACIONES

Los investigadores analizaron ondas acústicas en la superficie de la atmósfera solar, algunas de las cuales penetran el núcleo e interactúan con otras ondas.

Midiendo las ondas acústicas, los científicos determinaron con precisión el tiempo que tarda una de esas ondas en viajar de ida y vuelta desde la superficie al centro del Sol.

Los cálculos se basaron en datos de 16 años de observaciones con un instrumento denominado GOLF, *Global Oscillations at Low Frequency* (Oscilaciones Globales en Frecuencias Bajas).

El instrumento se encuentra a su vez en una sonda especial llamada SoHO, *Solar and Heliospheric Observatory*, (Observatorio Solar y Heliosférico), un proyecto conjunto de la NASA y la Agencia Espacial Europea.

15 MILLONES DE GRADOS

El núcleo también se diferencia de la superficie en otro sentido.

La temperatura del núcleo es de cerca de 27 millones de grados Fahrenheit, o 15 millones de grados centígrados. La superficie del sol es de unos 10.000 grados Fahrenheit, o 5.500 grados centígrados.

Ulrich trabajó analizando datos con el equipo de investigadores a cargo de GOLF durante 15 años.

La sonda SoHO fue lanzada el 2 de diciembre de 1995 para estudiar el núcleo del Sol, la atmósfera solar o corona y los vientos solares. La sonda sigue operativa.

La estrella más extraña de la galaxia y por qué científicos hablan de una “megaestructura extraterrestre”.

Versión del artículo original de MARCUS WOO

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**



ESTA ILUSTRACIÓN MUESTRA UNA ESTRELLA DETRÁS DE UN COMETA HECHO PEDAZOS. ¿PODRÍA ESTAR NUESTRA MISTERIOSA ESTRELLA COMIÉNDOSE UN PLANETA? CRÉDITO IMAGEN: NASA.

Se la ha llamado "la estrella más misteriosa de la galaxia". Está a más de 1.200 años luz de distancia en la constelación Cygnus (El Cisne), y parpadea y se oscurece una manera nunca vista antes.

Su luz sigue un patrón irregular que sugiere que algo intermite la bloquea.

Este extraño comportamiento, del cual se informó por primera vez en 2015, no se ha visto en ninguna otra estrella y desconcierta a los científicos.

Los investigadores han propuesto varias explicaciones, desde agujeros negros hasta enjambres de cometas y nubes interestelares, pero todavía no hay una respuesta concluyente.

Y una hipótesis en particular ha dejado a muchos boquiabiertos: extraterrestres.

SÍ, EXTRATERRESTRES

Tal vez, dicen los investigadores, una civilización alienígena avanzada construyó una enorme estructura que rodea la estrella; una gran central eléctrica que aprovecha la energía del astro.

De ser cierto, tal megaestructura extraterrestre sería el mayor descubrimiento de la historia.

Y si hacemos caso a algunos titulares del pasado, podríamos pensar que la prueba es inminente.

Por supuesto, una gran parte está sobrevalorada y, para ser sinceros, no hay científicos que digan que este cuerpo celeste llamado KIC 8462852 es la evidencia de que ET existe.

Pero los científicos todavía no han podido eliminar esa hipótesis; sigue siendo una posibilidad.

"Incluso a quienes les disgusta la idea de que haya alienígenas tienen que admitir que este es un gran misterio", dice Jason Wright, astrónomo en la Universidad Estatal de Pensilvania, en Estados Unidos.

PREDICCIONES ESPECÍFICAS

Esta no es la primera vez en que los astrónomos evocan a los extraterrestres para explicar algún fenómeno extraño que ocurre en el espacio.

Pero, a diferencia de muchas otras falsas alarmas, esta teoría viene antecedida por predicciones específicas.



EN UN NÚMERO INFINITO DE RINCONES EL UNIVERSO SIGUE SIENDO UN MISTERIO INSONDABLE. CRÉDITO IMAGEN: SCIENCE PHOTO LIBRARY.

En su novela de ciencia ficción "Star Maker" (1937), Olaf Stapledon dijo que una civilización avanzada sedienta de energía podría extraerla de esa estrella. Para hacerlo, tendrían que construir una estructura que la rodeara.

Inspirado en su idea, el físico Freeman Dyson dijo en 1960 que la búsqueda de vida inteligente debería centrarse en esas construcciones, las cuales ahora se llaman esferas de Dyson.



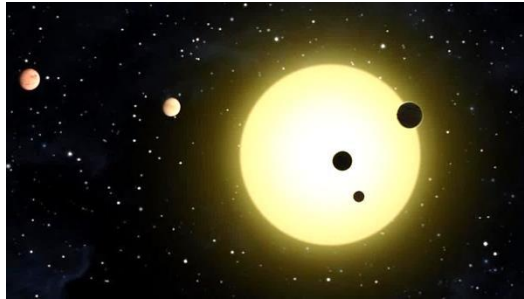
EL BRILLO DE LA KIC 8462852 HA CAÍDO UN 22%. CRÉDITO IMAGEN: NASA.

En 2005, un astrónomo llamado Luc Arnold sugirió que una estructura de ese tipo también podría usarse para crear una señal que anunciara la existencia de una civilización alienígena, como si se tratara de un código Morse.

Para detectarlo se necesitaría un telescopio especial que hoy ya existe: el telescopio Kepler.

PARPADEO Y BLOQUEO

Durante años, la astrónoma Tabetha Boyajian, ahora en la Universidad Estatal de Luisiana, EE.UU., y sus colegas estudiaron esta estrella, que **se conoce hoy día como *estrella de Boyajian o estrella de Tabby***.



VARIOS MILES DE EXOPLANETAS HAN SIDO DESCUBIERTOS. CRÉDITO IMAGEN: NASA.

Un grupo de científicos descubrió parpadeos en su luz que les llamaron la atención. Y uno de ellos indicaba que algo expansivo la estaba bloqueando.

Nadie sabía por qué.

"Para un científico, esto es emocionante, porque es nuevo", dice Boyajian. "Pero también es frustrante".

Pero cuando Boyajian le mostró a Wright los datos, él se dio cuenta de que los destellos eran coherentes con la existencia de una megaestructura alienígena.

Los resplandores en sí no eran tan raros. Kepler y otros telescopios han observado muchas estrellas con ese tipo de luz.

Lo extraño sobre esta en particular era que es una estrella de mediana edad.

Los astrónomos esperaban que algo la estuviera bloqueando, como un anillo de polvo estelar. Pero no detectaron radiación infrarroja, lo cual sugirió que no lo había.

Entonces, en enero de 2016 la estrella comenzó a comportarse de forma todavía más extraña.

PERDIENDO FUERZA

El astrónomo Bradley Schaefer descubrió que parecía haberse oscurecido en un 15% en el último siglo. Y eso la hacía más difícil de explicar.



CON FRECUENCIA LAS ESTRELLAS JÓVENES ESTÁN RODEADAS DE GAS Y POLVO CÓSMICO. CRÉDITO IMAGEN: NASA / ESA.

La hipótesis de la megaestructura podía explicar el oscurecimiento.

Wright dice que si la estructura tiene muchos objetos, como paneles solares que orbitan a diferentes distancias y velocidades, podrían causar ese efecto con el paso de los años o de las décadas.

Pero una teoría más reciente ha ganado popularidad entre algunos astrónomos: tal vez la estrella está devorando un planeta.

En esta situación, un planeta la habría orbitado alguna vez. Y al colapsar con ella la temperatura subió y la estrella se iluminó.

Después de un tiempo, la energía se disipó y la estrella comenzó a regresar a su brillo habitual. Y es ese oscurecimiento gradual lo que los científicos detectaron.

Esta idea es prometedora porque lo explicaría todo. Pero también indica que esas colisiones planetarias son más comunes de lo que se había pensado hasta ahora.

BUSCANDO LA EVIDENCIA

Pero los astrónomos no percibieron este "comportamiento" en tiempo real.

Por eso Boyajian y sus colegas lo están investigando en la Red Global de Telescopios del Observatorio Las Cumbres, desde donde monitorean la estrella.

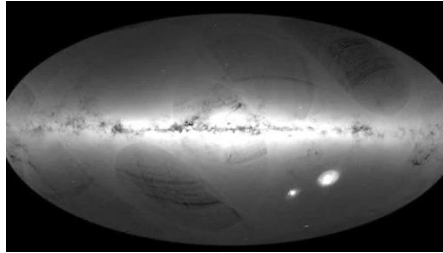
Cuando detectan un parpadeo, dirigen sus telescopios hacia ella y lo analizan con detalle.

Los astrónomos también esperan los resultados de la misión de la sonda europea Gaia que mide distancias de los mil millones de estrellas más cercanas.

Y si Gaia puede señalar la distancia exacta a la estrella de Boyajian, podrán comprender del todo su resplandor.

Al compararla con el brillo de otras estrellas pueden determinar si el deslucimiento se debe al choque con un planeta.

Los datos debieron estar listos en 2019.



GAIA ESTÁ MIDIENDO LA DISTANCIA A LAS ESTRELLAS A MIL MILLONES DE ESTRELLAS CERCANAS AL PLANETA TIERRA. CRÉDITO IMAGEN: ESA/GAIA DPAC.

LOS ALIENÍGENAS: EL "ÚLTIMO RECURSO"

Observaciones futuras permitirán dar respuesta a más preguntas.

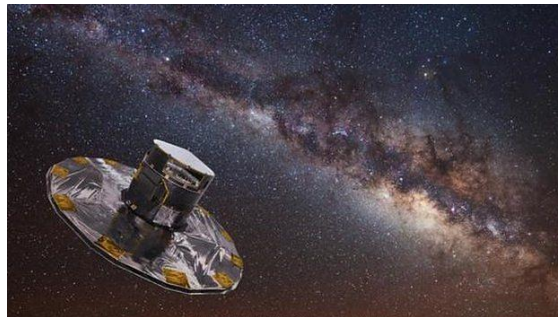
Por ejemplo, una teoría dice que hay una gran nube de polvo y gas flotando en algún lugar entre la Tierra y la estrella de Boyajian.

Pero ¿qué hay de los extraterrestres?

En principio, esa hipótesis sigue sobre la mesa. Dejando a un lado la cobertura mediática sensacionalista, la teoría de la megaestructura sigue teniendo sentido a nivel científico.

Al menos, dice Wright, les ha dado a los astrónomos motivos para apuntar allí sus telescopios en la búsqueda de señales extraterrestres.

En enero de 2017 Wright, Boyajian y Andrew Siemon, de la Universidad de California, EE.UU., usaron el telescopio Green Bank en Estados Unidos para hacer una búsqueda más exhaustiva. Ahora están analizando los datos.



EL TELESCOPIO KEPLER Y GAIA PERMITIRÁN REUNIR INFORMACIÓN PARA CONTRASTAR LAS HIPÓTESIS APARENTEMENTE MÁS DESCABELLADAS. CRÉDITO IMAGEN: ESA ATG MEDIALAB.

Para otros, como Metzger, quien propuso la hipótesis de la colisión planetaria, la idea de vida alienígena llama la atención y tal vez algo de burla, para una estrella que de otra forma sería ignorada.

"Me angustiaba un poco que la idea de la megaestructura alienígena fuera considerada una explicación plausible", dice Metzger.

La mayoría de los científicos, incluido Wright, estarían de acuerdo en que es un último recurso.

Pero incluso aunque la respuesta no tenga que ver con alienígenas, aseguró, sigue revelando ideas inesperadas e importantes sobre el universo, ya se trate de colisiones planetarias, globos de gas o algo más.

"El hecho de que lo hemos estudiado mucho tiempo y no podemos explicarlo es interesante", dice Eric Mamajek, un astrónomo de la NASA. "Vamos a aprender de ello, sea lo que sea".

Resolver este misterio probablemente lleve algunos años más, dice Mamajek.

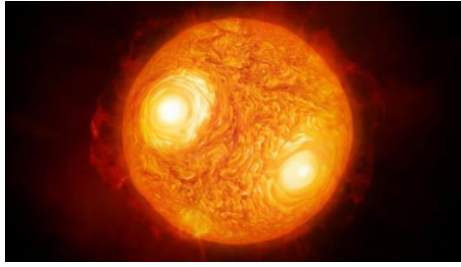
La respuesta podría ser singular y única, o tal vez algo más básico.

En el futuro cercano habrá instrumentos más potentes para monitorear el cielo que, potencialmente, permitirán descubrir nuevos objetos.

En el pasado, el descubrimiento de un objeto extraño solía anunciar toda una serie de nuevos fenómenos. Así que, si tenemos en cuenta la historia, la estrella de Boyajian puede que sólo sea el principio.

La impresionante imagen de Antares, la estrella agonizante que se está convirtiendo en supernova

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**



ESTA IMAGEN CREADA POR UN ARTISTA ESTÁ BASADA EN LAS IMÁGENES Y LOS DATOS RECADADOS DESDE EL OBSERVATORIO EN PARANAL. CRÉDITO IMAGEN: AFP / ESO.

Si elevas tus ojos hacia el cielo en una noche despejada y miras hacia la constelación de Escorpio, la verás.

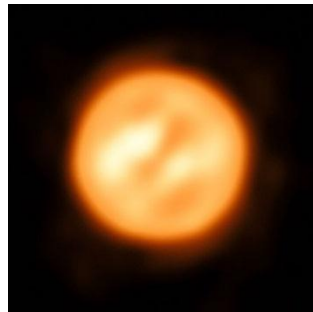
Es Antares, una inmensa estrella agonizante de intenso color rojizo que, por primera vez, fue fotografiada con el máximo posible de detalles por el Observatorio Europeo Austral (ESO), desde su instalación en el cerro Paranal, en el norte de Chile.

La imagen de la superficie y atmósfera de la supergigante roja es la más detallada hasta la fecha de una estrella fuera de nuestro Sistema Solar, señalan los autores del estudio publicado en la revista *Nature*,

TURBULENCIAS

A una distancia de 550 años luz de la Tierra, Antares tiene una masa 12 veces mayor que la de nuestro Sol y un diámetro 700 veces más grande.

Pero esta masa se está reduciendo a gran velocidad: la estrella está perdiendo material a medida que se expande hacia afuera en su última fase de vida, antes de convertirse en una supernova que estallará liberando su gas en una gran explosión final.



EL GRADO DE DETALLE OBTENIDO FUE POSIBLE GRACIAS AL VERY LARGE TELESCOPE DEL ESO, UN INSTRUMENTO ÚNICO QUE SUMA LA LUZ DE CUATRO TELESCOPIOS PARA CREAR UNO VIRTUAL CON UN ELEVADÍSIMO NIVEL DE RESOLUCIÓN. CRÉDITO IMAGEN: AFP / KEIICHI OHNAKA / ESO.

Con las imágenes captadas por el Very Large Telescope (VLT) -un instrumento que combina la luz de hasta cuatro telescopios para crear uno virtual con una resolución equivalente a la de un espejo de 200 metros- los astrónomos trazaron el primer mapa de velocidades del material en la atmósfera.

Este mapa mostró turbulencias inesperadas que no pueden explicarse por procesos habituales como la convección de corrientes.

Esto hace pensar que son producto de un proceso nuevo, cuyas reglas aún se desconocen, dicen los investigadores.

NUEVA VENTANA A LAS ESTRELLAS

¿Pero por qué estrellas como Antares pierden masa tan rápidamente cuando están en la última etapa de su evolución?

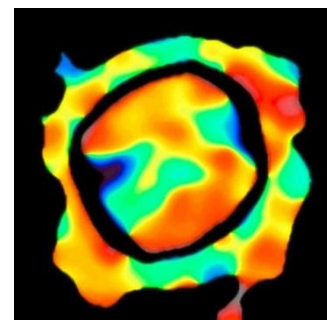
Esta es una pregunta que astrónomos se han estado haciendo desde hace más de 50 años, y que el equipo liderado por Keiichi Ohnaka, investigador de la Universidad Católica del Norte de Chile, espera responder con ayuda de estas imágenes.

"El VLT es la única instalación que podía permitirnos medir directamente los movimientos del gas en la atmósfera de Antares, un paso crucial para aclarar este problema".

"El próximo desafío es identificar qué es lo que está impulsando los movimientos turbulentos", señaló Ohnaka.

Ohnaka añade que la misma técnica utilizada para estudiar a Antares - antiguamente limitada a nuestro Sol- podría ahora emplearse para observar diferentes tipos de estrellas.

"Este trabajo lleva la astrofísica estelar a una nueva dimensión y abre una ventana completamente nueva para observar estrellas".



EL PRÓXIMO DESAFÍO ES ENTENDER QUÉ PROVOCA LAS TURBULENCIAS EN LA ATMÓSFERA DE LA ESTRELLA. CRÉDITO IMAGEN: ESO / K. OHNAKA A.

Arqueología galáctica

La Vía Láctea ha tenido encuentros violentos con otras galaxias y engullido a multitud de ellas. Alguno de estos eventos podría haber desencadenado la formación del sistema solar.

Versión del artículo original de PATRICIA SÁNCHEZ BLÁZQUEZ y PABLO G. PÉREZ GONZÁLEZ

FUENTE: El País - España

ELABORADO POR MATERIA

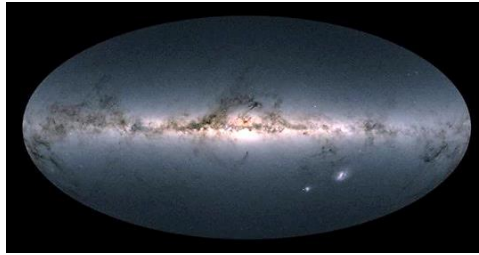


IMAGEN DEL MAPA DE LA VÍA LÁCTEA Y OTRAS GALAXIAS CERCANAS QUE CATALOGA MÁS DE 1.700 MILLONES DE ESTRELLAS. CRÉDITO IMAGEN: ESA.

Patricia Sánchez Blázquez es profesora titular en la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Pablo G. Pérez González es investigador del Centro de Astrobiología, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (CAB/CSIC-INTA).

Vacío Cósmico es una sección en la que se presenta nuestro conocimiento sobre el universo de una forma cualitativa y cuantitativa. Se pretende explicar la importancia de entender el cosmos no solo desde el punto de vista científico sino también filosófico, social y económico. El nombre "vacío cósmico" hace referencia al hecho de que el universo es y está, en su mayor parte, vacío, con menos de 1 átomo por metro cúbico, a pesar de que en nuestro entorno, paradójicamente, hay quintillones de átomos por metro cúbico, lo que invita a una reflexión sobre nuestra existencia y la presencia de vida en el universo.

Galáctica, del griego *galaktos* (leche), era el adjetivo usado por los griegos para describir su aspecto lechoso en el cielo nocturno. Su origen mitológico se remonta al momento en el cual Hera, esposa de Zeus, descubrió al hijo bastardo de este alimentándose de su pecho. Al apartar furiosamente a aquel niño que evidenciaba la infidelidad de su marido, la leche de su pecho se derramó, tiñendo así de blanco el camino hacia el Olimpo y dando lugar a la Vía Láctea. Gaia, diosa de la Tierra, se ubicó cerca de esta ruta para poder nutrir al mundo de la fuerza de los dioses.

Hoy sabemos que ese camino al Olimpo es nuestra particular perspectiva del disco formado de gas, polvo y cientos de miles de millones de soles y sistemas planetarios al que llamamos Galaxia, con mayúsculas, porque es la nuestra. Nuestro planeta, eso sí, se encuentra en una zona privilegiada, a medio camino entre el centro y el borde de este disco, en la parte tranquila y residencial, lejos de los peligros de las zonas centrales.

Al igual que los arqueólogos, que describen e interpretan las civilizaciones antiguas a través de los restos fósiles que se conservan de ellas, los astrónomos tratamos de describir e interpretar cómo ha sido la historia de nuestra galaxia a partir de los restos fósiles de eventos pasados. Los fósiles, en nuestro caso, son las estrellas más ancianas, que guardan información acerca de las condiciones existentes en el lugar y el momento donde se formaron.

En 2013, la Agencia Espacial Europea (ESA) puso en órbita un telescopio con el objetivo de crear el mapa tridimensional más detallado de la Vía Láctea. La misión, bautizada Gaia, está obteniendo distancias y velocidades de más de un trillardo de estrellas, lo que permitirá estudiar sus orígenes. Cuando acabe el censo de Gaia podremos hacer una reconstrucción de los eventos que han hecho que nuestra galaxia, y nosotros mismos como componentes de ella, sea hoy tal y como es.

Gaia es el telescopio más potente creado hasta la fecha para medir distancias, uno de los problemas más difíciles para los astrofísicos, tanto para los que estudian estrellas como para los que se interesan más por las galaxias. Para calcular la distancia a la que se hallan estrellas de la Vía Láctea, Gaia mide el ángulo de paralaje, es decir, el extremadamente pequeño desplazamiento que experimenta la posición aparente de un astro como consecuencia del movimiento de la Tierra alrededor del Sol. El efecto es parecido al cambio de posición con respecto al fondo que se

aprecia si miras tu mano extendida con un solo ojo o con el otro. La paralaje es la manera más precisa de determinar distancias a estrellas, es trigonometría pura. Pero implica medir ángulos en el cielo muy pequeños. Gaia, por ejemplo, sería capaz de distinguir y medir el tamaño de una moneda de dos euros en la superficie de la Luna, que tendría el típico tamaño angular característico de las paralajes estelares.

Gaia está ofreciendo ya resultados espectaculares. Un grupo liderado por astrónomos del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha podido datar un encuentro entre nuestra Vía Láctea y otra galaxia cuatro veces menor en unos 10.000 millones de años, más del doble de la edad de la Tierra. Esta pequeña galaxia ha sido bautizada con el nombre de Gaia-Enceladus, uno de los hijos de Gaia y Urano. De acuerdo con la leyenda, Enceladus es responsable de los terremotos y, efectivamente, el encuentro con Enceladus causó un "terremoto" en nuestra galaxia, cuyas consecuencias se siguen observando. El choque con Enceladus cambió la forma de la galaxia para siempre y es posible que perturbaciones del mismo tipo pudieran ser el origen de la formación del propio Sistema Solar.

Para poder obtener este y otros muchos resultados es necesario procesar toda la ingente cantidad de datos enviada por Gaia. De nuevo, centros españoles como Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona (ICCUB, IEEC-UB), en colaboración del Barcelona Supercomputing Center (BSC), el Consorcio de Servicios Universitarios de Cataluña (CSUC) y el centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC), ubicado en Madrid, están teniendo un papel de liderazgo en esta tarea. Cuando acaba la misión, Gaia habrá recopilado cerca de 1 petabyte de datos, que necesitarán años para ser analizados.

La diosa Gaia era conocida por predecir el futuro y, de la misma manera, los datos de su homónimo satélite nos permitirán conocer el destino final de nuestra Galaxia. Si viven en una zona sin contaminación lumínica o tienen la oportunidad de escapar de las luces de las ciudades estos días otoñales podrán ver, a simple vista, la galaxia de Andrómeda. Esta galaxia, situada a 2.5 millones de años luz de la Tierra, chocará con la nuestra en algo menos de 5.000 millones de años, cuando el Sol sea dos veces más viejo de lo que es ahora y seguramente haya evolucionado para ser una estrella gigante roja. La Tierra no existirá, engullida por el Sol, pero la imagen en el cielo para los pobladores de otros planetas de nuestra Galaxia será espectacular.

LA ÚNICA FORMA EN LA QUE UN SER HUMANO PUEDE ENTRAR A UN AGUJERO NEGRO Y SEGUIR CON VIDA, EXPLICADA A LOS NIÑOS POR LA CIENCIA.

Versión del artículo original de ABRAHAM ANDREU

TOMADO DEL BLOG: BUSINESS INSIDER / 3 de febrero de 2021



FOTO PROPORCIONADA POR: ENTERTAINMENT WARNER BROS.

- Dos profesores de Física de la Universidad de artes liberales de Grinnell (Estados Unidos) han explicado a Pulkeet, una niña de 12 años, la posibilidad de que un ser humano viaje al centro de un agujero negro.
- Según estos, sería posible en un agujero negro supermasivo que esté aislado, aunque el expedicionario no podría volver para informar de los hallazgos a la humanidad.

La ciencia suele despertar el interés de los más pequeños, que miran con ojos de curiosidad todo alrededor. Es el caso de Pulkeet, una niña de 12 años de la India que preguntó, en la sección Curious Kids –'niños curiosos'– de *The Conversation*, si un humano era capaz de entrar a un agujero negro para estudiarlo.

Como respuesta, Leo Rodríguez y Shanshan Rodríguez, profesores asociados de Física en la Universidad de artes liberales de Grinnell (Estados Unidos), redactaron un artículo para Pulkeet explicando si existía la posibilidad de que un ser humano se sumergiera en el abismo de un agujero negro para su análisis.

Los físicos aseguraron a Pulkeet que un humano podría aventurarse en el interior de un agujero negro, tan solo si este es supermasivo y se encuentra aislado. Además, el viajero no podría volver para informar de los hallazgos.

A pesar de ellos, los profesores aseguraron que ellos los estudian desde la distancia, ya que son objetos astrofísicos muy abundantes en el universo y, además, se cree que fueron importantes en la creación de vida humana en la **galaxia**.

EL VASTO UNIVERSO DE LOS AGUJEROS NEGROS

Según explicaron los profesores, el universo se encuentra plagado por diferentes tipos de agujeros negros que varían de tamaño y carga eléctrica. De esta forma, los físicos diferenciaron dos tipos de estos que adquieren relevancia en este tema de estudio.

Así, el primer tipo no gira, tiene la masa del Sol y es neutro eléctricamente –no tiene carga positiva ni negativa–, mientras que el segundo tipo corresponde a un agujero negro supermasivo, con una masa que supera en miles de millones a la del Sol.

El comportamiento extraño de esta estrella de neutrones desafía las teorías conocidas sobre los imanes más potentes del universo.

Aunque esa es la principal diferencia, también se clasifican por su distancia radial, es decir la distancia desde su centro al horizonte de sucesos, que no es más que un punto de no retorno del propio agujero –si algo es tragado por el agujero, desaparece de nuestro universo–.

Además, cabe destacar que en el horizonte de sucesos la gravedad del agujero negro es tan poderosa que no existe ninguna fuerza mecánica que pueda contrarrestarla. Ni siquiera la luz podría escapar de un agujero negro –de ahí su nombre–.

QUÉ PASARÍA SI UN SER HUMANO ENTRA A UN AGUJERO NEGRO

Si el ejemplo fuera un agujero negro con la masa del Sol, el horizonte de sucesos tendría una distancia radial que no superaría los 3 kilómetros. Este dato es clave para la supervivencia de una persona que cayera en interior del agujero.

Sin embargo, el agujero negro que se sitúa en el centro de la Vía Láctea cuenta con una masa de aproximadamente 4 millones de masas solares, con un horizonte de sucesos cuyo radio abarca más de 11 kilómetros. Es decir, casi 4 veces el tamaño que el que resultaría del Sol.

De esta forma, si alguien cayera en un agujero negro del tamaño de una estrella, se acercaría mucho antes al centro del agujero negro antes de pasar por el horizonte de sucesos.

Además, habría que tener en cuenta si la persona está cayendo en el agujero negro con los pies o la cabeza, ya que el tirón del agujero diferiría en 1.000 billones de veces dependiendo de la parte del cuerpo que entre primero.

Por ello, una persona que entre con los pies, al acercarse al horizonte de sucesos del agujero negro, se verá más atraída gravitacionalmente que si entrara con la cabeza. Los científicos también explicaron que este ser humano se vería sometido a la famosa espaguetización, estirándose a lo largo, casi convertido en un fideo, por lo que sería difícil garantizar su supervivencia.

Si, por el contrario, alguien intentara abrirse paso en un agujero negro supermasivo, podría alcanzar el horizonte de sucesos mucho más lejos de la fuente de atracción gravitacional, es decir, que la diferencia de atracción entre los pies y la cabeza sería 0.

En este último caso, la persona sería capaz de atravesar el horizonte de sucesos sin sufrir la espaguetización, sobreviviendo a un alto coste: flotar sin rumbo hacia lo desconocido del agujero negro.

ALGUNAS CUESTIONES PELIGROSAS A TENER EN CUENTA

Evidentemente, la entrada al agujero negro supondría el no retorno del astronauta protagonista, por lo que las expediciones a su interior no tendrían mucho sentido, ni siquiera para la ciencia.

Su entorno, además, es muy hostil, ya que están rodeados por discos a temperaturas altísimas que se componen de gas y polvo, provocados por la atracción de estrellas y planetas que fueron arrastrados a su horizonte de sucesos y acabaron desapareciendo en su interior.

Dichos discos son conocidos como discos de acreción y los físicos advirtieron de que su entorno no es hospitalario para la humanidad y el viaje a estos no sería muy agradable para los expedicionarios.

Por ello, los profesores hicieron hincapié en que el agujero que habría que elegir es uno supermasivo y que se encuentre completamente aislado, sin que se alimente de otros materiales, gases e incluso estrellas vecinas.

Desgraciadamente, el valiente astronauta que se introduzca en el segundo tipo, en el supermasivo, no sería capaz de regresar para explicar a la humanidad todo lo observado, sino que se vería obligado a confinarse dentro del horizonte de sucesos, sin conocer exactamente el destino de esa persona.

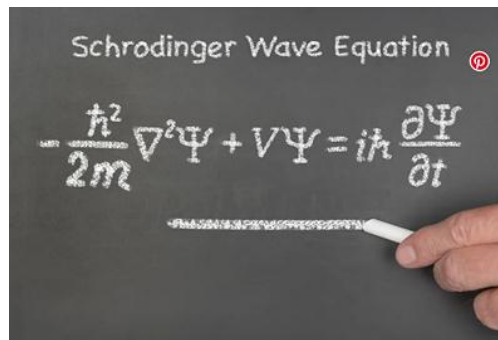
Así, los viajes a los agujeros negros no tendrían ninguna finalidad científica, ya que los astronautas quedarían atrapados en su seno para el resto de su vida, la cual tiene muchas más ventajas, por el momento, en el planeta Tierra.

¿Por qué parece tan extraña la mecánica cuántica?

La mecánica cuántica, junto con la teoría de la relatividad, es la parte de la física que más extraña y misteriosa parece. Incluso, hay quien le confiere cualidades místicas o mágicas.

Versión del artículo original de JUAN CUQUEJO MIRA

TOMADO DE: Muy Interesante – 15 de junio de 2022



ECUACIÓN DE ONDA DE SCHRODINGER. CRÉDITO IMAGEN: iStock.

Parte de esta fascinación se debe a algunos comportamientos de los objetos que entran en su ámbito de aplicación y que se explican en artículos y libros divulgativos. Por ejemplo, el experimento mental del gato de Schrödinger, que no está ni vivo ni muerto hasta que no se mira dentro de la caja, o el **efecto túnel**, que equivale a que si una persona empujara una pared, tuviera una probabilidad apreciable de aparecer al otro lado.

Sin embargo, la mecánica cuántica, atendiendo a su definición, no tiene nada de extraordinario. Una mecánica, según el diccionario de la Real Academia Española, es una parte de la física que **estudia el equilibrio y el movimiento de los cuerpos sometidos a fuerzas**. Según el mismo diccionario, cuántico es relativo al cuanto y este se define como una cantidad indivisible de energía. O sea, la mecánica cuántica es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos cuando la energía se intercambia como cuantos. Esto, en apariencia, no tiene nada de mágico. ¿Dónde aparece lo extraño?

La respuesta es que **la cantidad de energía de un cuanto es minúscula comparada con la de un objeto cotidiano**, macroscópico. Tan pequeña es esa energía que los objetos de talla corriente, aquellos que se comportan de acuerdo a la intuición humana, actúan como si la energía se intercambiara de manera continua, no cuanto a cuanto. Dicho de otro modo: los objetos macroscópicos se mueven de manera muy distinta a los muy pequeños, a los que tienen el tamaño de átomos, nucleones o electrones. La raíz del problema de comprensión que padece la mecánica cuántica es que el movimiento de los cuerpos muy pequeños es tan diferente del de los macroscópicos que a los seres humanos nos resulta incomprensible.

La descripción, tanto científica como intuitiva, del movimiento de los objetos cotidianos se basa en un concepto vital: el de **trayectoria**. Se define por tal la curva en el espacio que recorre un cuerpo al moverse. A cada punto de una trayectoria se le puede asignar un instante temporal y una velocidad. Es una forma tan lógica de describir el movimiento que a nadie se le ocurre que pueda hacerse de otra forma.

La mecánica cuántica, en cambio, es una **mecánica sin trayectorias y esa es la causa fundamental de que resulte difícil de entender**. Un electrón no se mueve en torno a un núcleo atómico siguiendo una circunferencia, una elipse u otro tipo de curva, ya que para definir una trayectoria hay que conocer, a la vez, la posición y velocidad exactas del electrón, algo que prohíbe uno de los pilares de la mecánica cuántica: el **principio de indeterminación de Heisenberg**. Si se fijara la posición de una partícula con total precisión, la velocidad quedaría del todo indeterminada. Si es la velocidad la que se conoce con toda precisión, la partícula queda completamente deslocalizada. Por muy sorprendente que sea, los experimentos demuestran la validez de este comportamiento.

En objetos macroscópicos, este principio carece de sentido en apariencia. Sería como si al medir la velocidad de un automóvil con un radar de Tráfico, la posición del vehículo quedara indeterminada. Mientras más precisa fuera la medición del radar, más deslocalizado quedaría el vehículo y podría hallarse a varios kilómetros del punto de medición solo porque un radar ha determinado su velocidad. Sin embargo, a un electrón sí le suceden cosas análogas.

En realidad, **los raros son los objetos macroscópicos**, que no parecen verse afectados por una ley fundamental del movimiento como es que la energía se transmite *cuanto a cuanto*. Lo extraño es que los objetos macroscópicos se muevan siguiendo trayectorias, no que los objetos muy pequeños no las sigan. Debido a su gran tamaño, los objetos cotidianos ocultan la auténtica naturaleza del movimiento.

En realidad, la mecánica cuántica es un ejemplo más de que las teorías físicas tienen ámbitos de aplicación. La mecánica clásica y sus trayectorias son una descripción válida cuando las energías intercambiadas son gigantescas comparadas con el valor de un cuanto. Un automóvil se deslocaliza cuando se le mide la velocidad, pero la precisión con que un radar de tráfico mide su velocidad es tan poca que la deslocalización también será mínima, tan pequeña que podría ser de millonésimas de milímetro o menos, así que no se nota.

Un ejemplo típico, que da una pista de cómo funciona esto, es la idea de que, **para ver un objeto, hay que iluminarlo**, esto es, enviarle luz para que esta se refleje y vuelva a los ojos o al detector. La luz se puede entender como un chorro de fotones, partículas que portan cuantos de energía. Cuando se ilumina un automóvil de dos toneladas, el vehículo no se ve alterado por los impactos. Si se quiere ver un electrón haciendo que un fotón impacte sobre él, la colisión enviará al electrón bien lejos de donde estaba. Medir una posición altera el movimiento de un cuerpo. Cuando es uno macroscópico, la alteración es inapreciable, pero eso se debe a que es un objeto gigantesco en comparación con el valor de un cuanto, no a que eso sea lo normal.

El universo no es extraño. Lo que sucede es que la intuición humana es, solo, una forma aproximada de entender sus leyes.

Por qué las mágicas computadoras cuánticas ya están en la nube pero no en nuestras manos.

Versión del artículo original de MARY-ANN RUSSON

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**



¿PODRÍA LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA DESCIFRAR LOS SECRETOS DE NUESTROS CUERPOS Y DEL UNIVERSO MISMO?
CRÉDITO IMAGEN: GETTY IMAGES.

Las computadoras cuánticas son promocionadas desde hace años como máquinas increíblemente poderosas que serán capaces de resolver problemas altamente complejos ferozmente rápido. Pero nadie se pone de acuerdo en cuál es la mejor forma de diseñarlas. ¿Quién ganará esa carrera?

Las computadoras cuánticas de gran velocidad podrían acelerar el descubrimiento de nuevos medicamentos, descifrar los sistemas de seguridad criptográfica más complejos, diseñar nuevos materiales, modelar el cambio climático y sobrecargar la inteligencia artificial, según dicen los informáticos.

Pero, en la actualidad, no hay un consenso sobre la mejor manera de hacerlas realidad o asequibles a un mercado en masa.

Físicos, ingenieros e informáticos alrededor del mundo están intentando desarrollar cuatro tipos de computadoras muy distintos: basados en partículas de luz, trampas iónicas, cúbits superconductores o centros nitrógeno-vacantes en diamantes.

Compañías como IBM, Google, Rigetti, Intel y Microsoft están liderando este campo.

Cada método tiene sus ventajas y sus desventajas, pero el desafío predominante es la frágil naturaleza del cuántum en sí mismo.

¿QUÉ ES LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA?

En vez de usar series de 1 y 0 llamados bits como se hace en la computación tradicional, el bit cuántico o cúbit usa las propiedades casi mágicas de las partículas subatómicas.

Los electrones o los fotones, por ejemplo, pueden presentar dos estados a la vez, un fenómeno llamado superposición. Como resultado, una computadora basada en cúbits puede hacer muchos más cálculos a mayor velocidad que una máquina convencional.

"Si tuvieras una computadora de 2 cúbits y añades 2 cúbits, se convierte en una computadora de 4 cúbits. Pero no estás duplicando el poder de la máquina, estás incrementándolo exponencialmente", explica Martin Giles, el jefe de la oficina de la publicación MIT Technology Review en San Francisco.

Los informáticos describen a veces este efecto de la computación cuántica como algo capaz de recorrer todos los caminos de un laberinto muy complejo al mismo tiempo.

Los cúbits también pueden influir uno sobre el otro incluso cuando no están conectados físicamente, un proceso llamado "entrelazamiento". En términos informáticos, esto les da la habilidad de hacer saltos lógicos que las computadoras convencionales nunca podrían realizar.

EN BUSCA DE LA ESTABILIDAD

Pero los cúbits son altamente inestables y propensos a las interferencias o el "ruido" procedente de otras fuentes de energía, lo que puede generar errores en los cálculos. Así que la carrera es por encontrar una forma de estabilizarlos para la producción en masa.

El gigante de la computación IBM cree firmemente que los "cúbits superconductores de tipo transmón" son los más prometedores en el campo de la computación cuántica y tienen tres prototipos de procesadores cuánticos a los que el público puede acceder en la nube.

"Hasta el momento, más de 94.000 personas han accedido a las computadoras cuánticas de IBM en la nube. Han hecho más de cinco millones de experimentos y escrito 110 artículos", dice Robert Sutor, vicepresidente de estrategia de computación cuántica y ecosistema de *IBM Research*.

"La gente está aprendiendo y experimentando... esperamos que dentro de 3 o 5 años seamos capaces de señalar un ejemplo específico y decir que la cuántica mejora significativamente cualquier cosa que las computadoras convencionales puedan hacer".

Pero el método de IBM requiere que la computadora cuántica esté almacenada dentro de un gran refrigerador en el que los cúbits se mantengan a una temperatura cercana a 0° para asegurar que se mantengan en un estado útil.



LAS COMPUTADORAS CUÁNTICAS PODRÍAN AYUDAR A ENCONTRAR MOLÉCULAS QUE EVITEN ENFERMEDADES GENÉTICAS. CRÉDITO IMAGEN: GETTY IMAGES.



LA COMPUTADORA CUÁNTICA DE IBM ALMACENA CÚBITS SUPERCONDUCTORES A TEMPERATURAS EXTREMADAMENTE BAJAS. CRÉDITO IMAGEN: IBM.

Esto significa que sería extremadamente difícil miniaturizarla y, por lo tanto, sería muy costosa.

"Parece probable que los cúbits superconductores vayan a estar entre las primeras tecnologías que permitan una computación cuántica útil", dice Joseph Fitzsimons, un investigador del Centro de Tecnologías Cuánticas de la Universidad Nacional de Singapur.

"Sin embargo, me parece que son análogos a los tubos de vacío de las primeras computadoras más que a los transistores que vinieron después".

"Puede que incluso veamos emerger otra tecnología que se convierta en la gran ganadora".

Microsoft y académicos del Instituto Niels Bohr en Copenhague están trabajando en lo que ellos creen que será cúbits mucho más estables basados en los llamados fermiones de Majorana.

Mientras tanto, otros equipos están trabajando en atrapar cúbits con silicón, el material tradicional del que se hacen los chips para computación.

Los informáticos de la Universidad de Oxford están buscando formas de unir pequeñas computadoras cuánticas en vez de crear grandes computadoras con muchos cúbits.

¿POTENCIAL CLÁSICO?

Mientras esperamos a las computadoras cuánticas, ¿cuál es el futuro de la computación convencional o clásica?

En julio, Ewin Tang, un graduado en Ingeniería de Sistemas y Matemáticas en la Universidad de Texas en Austin (UT Austin) de solo 18 años, puso en aprietos al mundo de la computación al desarrollar un algoritmo de computadora clásica que puede resolver un problema casi tan rápido como una computadora cuántica.

El problema implicaba desarrollar un motor de recomendación que sugiere productos a los usuarios en base a información sobre sus preferencias.

La Unión Europea anunció recientemente que está trabajando en la próxima generación de computadoras (a exaescala), que serían capaces de realizar un trillón de cálculos en un segundo.

"Exaescala significa 10 a la 18ª potencia operaciones por segundo", explica Scott Aaronson, un profesor y teórico de la computación de la UT Austin.

"10 a la 18ª potencia es mucho, pero los sistemas cuánticos, que tendrán una capacidad de 10 a la 1.000ª potencia operaciones por segundo es mucho, mucho más grande".

El problema de la computación clásica es que estamos alcanzando los límites de cuántos transistores podemos hacer caber dentro de un chip. El A11 de Apple consigue meterle 4.300 millones, por ejemplo.

La Ley de Moore, que dice que los procesadores duplican su velocidad cada dos años y reducen a la mitad su tamaño, por fin se está rompiendo.

SALTO CUÁNTICO

Incluso la computadora cuántica estable producida en masa sigue escapándose de nuestras manos, las investigaciones ya están comenzando a dar resultados.

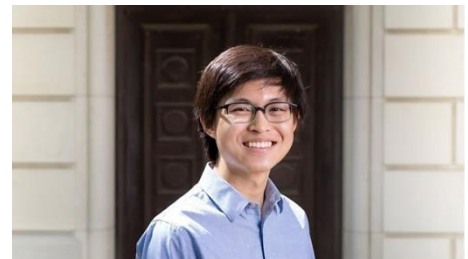
"Si no hubiéramos invertido en computación cuántica, el algoritmo cuántico que inspiró a Tang no hubiera existido", afirma Robert Young, un investigador de la Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural y director del Centro de Tecnología Cuántica de la Universidad de Lancaster.

Asegura que la investigación cuántica ya ha cosechado una nueva forma de enfriar los dispositivos hasta temperaturas muy bajas, también ha conseguido mejoras en los chips a base de luz que hacen más efectiva la banda ancha por fibra óptica y ha logrado inventar tecnologías de *lab-on-a-chip* para acelerar el diagnóstico de enfermedades.

"El verdadero beneficio de ir a la Luna no fue ir a la Luna, fueron las tecnologías periféricas que se desarrollaron en el camino", afirma Young. Entre ellas, están el GPS y los lapiceros de punta de bola que escriben al revés.



GOOGLE HA DESARROLLADO UN PROCESADOR CUÁNTICO DE 72 BITS LLAMADO BRISTLECONE. CRÉDITO IMAGEN: GOOGLE.



EWIN TANG DESARROLLÓ UN ALGORITMO DE COMPUTADORA CLÁSICA QUE PUEDE RESOLVER UN PROBLEMA CASI TAN RÁPIDO COMO UNA COMPUTADORA CUÁNTICA. CRÉDITO IMAGEN: VIVIAN ABAGIU / UT AUSTIN.

¿Por qué es importante el entrelazamiento cuántico?

Estos fenómenos son correlaciones que se ven a nivel atómico o a nivel molecular y no se pueden explicar con la física clásica.

Versión del artículo original de JUANI BERMEJO

TOMADO DE: El país – España / Sección: Las Científicas responden: “Nosotras respondemos” / 5 de agosto de 2020



UNA TRABAJADORA DE IBM, JUNTO A UNO DE LOS SISTEMAS CUÁNTICOS DE LA FIRMA. CRÉDITO FOTO: IBM.

Juani Bermejo es doctora en computación cuántica, investigadora y profesora de la Universidad de Granada.

Nosotras respondemos es un consultorio científico semanal, patrocinado por la Fundación Dr. Antoni Esteve y el programa L'Oréal-Unesco 'For Women in Science', que contesta a las dudas de los lectores sobre ciencia y tecnología. Son científicas y tecnólogas, socias de AMIT (Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas), las que responden a esas dudas. Coordinación y redacción: Victoria Toro.

Para entender lo que es un entrelazamiento cuántico primero hay que definir los *fenómenos cuánticos coherentes*. Tengo que empezar explicándote que en física hay varias escalas. Por ejemplo, la física cuántica se dedica a describir fenómenos que ocurren a escalas muy pequeñas. Cuando tenemos partículas muy pequeñas como átomos, fotones, electrones, etcétera, que no puedes ver a simple vista, si las tienes muy frías, es decir, muy bien aisladas, se comportan de una manera que no es a lo que estamos acostumbrados en la parte del universo apreciable a simple vista. Entonces aparecen los fenómenos que llamamos cuánticos.

Para que se entienda esto yo uso una analogía. Imagínate que estás en un bar con una colega con la que tienes una conversación muy sofisticada sobre física cuántica. Seguíis hablando y no paran de traer rondas de bebidas, cuando ya habéis bebido muchas rondas, la conversación empieza a ser mucho más desordenada porque el azúcar ha hecho su efecto sobre vuestros cerebros. A última hora, la gente habla cada vez más alto, la música es ensordecedora y entonces ya no hay debate científico ni nada. El comportamiento de los seres humanos se puede alterar si hay mucho ruido en el entorno o según lo que coman o lo que beban. Pues a los átomos les pasa algo parecido, si tú los tienes en un entorno en el que hay mucho "ruido" (por ejemplo, temperatura muy alta) eso les puede afectar mucho y los desordena. Pero cuando eliminamos esos "ruidos" los átomos se comportan de una forma mucho más ordenada, de una forma nueva, aparecen esos efectos cuánticos.

Hablamos de *sistemas cuánticos coherentes* cuando están suficientemente aislados como para que se vean estos efectos que no se ven normalmente. Y ahora vamos al entrelazamiento. En física y en matemáticas estudiamos algo que se llaman correlaciones, que es que hay cosas que van relacionadas estadísticamente. Por ejemplo, el fuego se correlaciona con los bomberos. Hay correlaciones que implican causa y otras, no. Y hay correlaciones que son cuánticas, que no pueden describirse por la física clásica y que son muy fuertes. Cuando hablamos de entrelazamiento en cuántica estamos hablando de correlaciones como las de toda la vida pero que no se pueden explicar con la física clásica. Son correlaciones que se ven a nivel atómico o a nivel molecular.

Esas correlaciones entre partículas cuánticas pueden ser más fuertes que las clásicas y pueden utilizarse para hacer cosas bastante divertidas. Por ejemplo, se puede preparar dos átomos en un estado especial entrelazado en un laboratorio, mandar uno a Málaga y otro a Granada, y usarlos para crear una especie de "teletransporte" o "catapulta" cuántica. Con esta pequeña máquina de teletransporte, puedes "catapultar" la información contenida en un tercer átomo de Málaga a Granada mandando pares de bits clásicos de información (ceros o unos). Esto es sorprendente porque el estado de ese átomo puede ser cuántico y bastante más complejo que la información clásica que enviamos de Málaga a Granada. Esto es posible gracias al estado entrelazado, que crea una conexión espacial exótica entre Granada y Málaga. Se parece un poco al teletransporte de las películas porque permite enviar información (cuántica) sin usar cables (cuánticos).

Si tienes un *estado entrelazado* también puedes hacer una cosa que se llama *cuantificación densa* en informática. Te permite usar un estado cuántico entrelazado para mandar 2 bits de información de Málaga a Granada mandando solo 1 bit cuántico. Sin entrelazamiento, sería imposible mandar más de 1 bit, es decir, el entrelazamiento puede ser útil para mandar información utilizando menos recursos.

El entrelazamiento no es solo teórico, llevamos muchos años haciendo experimentos de entrelazamientos. Ahora mismo se consigue el entrelazamiento cuántico con bastante facilidad en los laboratorios.

El entrelazamiento cuántico también se usa en criptografía para hacer claves más seguras. En cuanto a los ordenadores cuánticos, no se sabe muy bien qué fenómenos utilizan para calcular, pero sí se sabe que pueden ser más rápidos que los clásicos para resolver algunos problemas computacionales y de hecho hay problemas que no se pueden resolver en ordenadores clásicos y sí en los cuánticos. Conocemos ya algunos fenómenos cuánticos que intervienen en eso o que son necesarios para que eso ocurra y el entrelazamiento cuántico es uno de ellos. Se sabe que si tienes un ordenador cuántico que no es capaz de entrelazar, usando algunos tipos concretos de entrelazamiento, no será capaz de superar a uno clásico, es decir, el entrelazamiento es un requisito para la computación cuántica, lo que no quiere decir que sea suficiente.

Campos muy cuánticos.

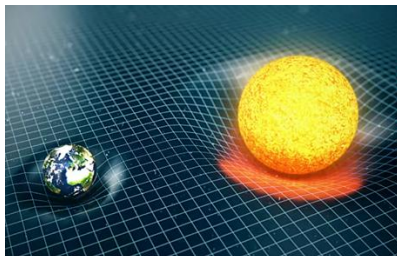
La mente ser resiste al cambio conceptual del salto de los campos clásicos a los cuánticos.

Publicado por FRANCISCO VILLATORO
Físico y divulgador científico

TOMADO DE: Muy Interesante – 18 de diciembre de 2023
Este artículo se publicó en el número de coleccionista de Muy Interesante nº. 25, *Mundo cuántico*.

NOTA: A los lectores que quieran profundizar en estas ideas les recomiendo el apasionante libro de Wouter Schmitz, *Particles, Fields and Forces. A Conceptual Guide to Quantum Field Theory and the Standard Model*, Springer (2019).

Todo en el universo está hecho de espaciotiempo clásico y de campos cuánticos. Esta frase resume el legado más fascinante de la Física del siglo xx. La Física estudia la realidad, pero los físicos debemos ser honestos y reconocer que no sabemos qué es la realidad verdadera ni nunca lo sabremos. La razón es sencilla, **solo se puede conocer lo que se puede explorar con experimentos y observaciones**, la llamada realidad física.

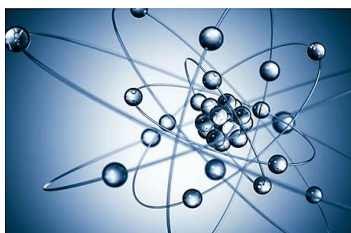


TODOS EN EL UNIVERSO ESTÁ HECHO DE ESPACIOTIEMPO CLÁSICO Y DE CAMPOS CUÁNTICOS.
CRÉDITO IMAGEN: ROST-9D.

Objetos descubiertos en el siglo XX, como las galaxias, los superconductores o el grafeno, no existían en la realidad física antes de 1900. De hecho, a mediados del siglo XX la realidad física estaba hecha de partículas como el electrón, el protón y el fotón; se ignoraba que el protón era una partícula compuesta y se creía que el espaciotiempo era un objeto matemático sin realidad física. Todo cambió en la segunda mitad del siglo XX, cuando se desveló que las partículas son un epifenómeno derivado de los campos cuánticos; además, se observaron las ondas gravitacionales y los agujeros negros, lo que elevó el espaciotiempo a algo real. Así, en el siglo XXI la realidad física está hecha de espaciotiempo en 3+1 dimensiones y de 118 campos cuánticos. Hay especulaciones científicas sobre dimensiones extra del espacio y nuevos campos cuánticos aún no observados, pero aún no forman parte de la realidad física.

«Solo existe un único electrón en el universo, que se propaga por el espacio y el tiempo de tal forma que parece que está en muchos sitios de forma simultánea». En apariencia, esta frase carece de sentido, ya que sabemos que dos átomos separados están rodeados por **electrones** diferentes. Sin embargo, el físico Richard Feynman, padre de la electrodinámica cuántica en 1949, pronunció estas palabras en su discurso Nobel de 1965; relató cómo su director de tesis, John Wheeler, le deslumbró con esta idea en 1940: el campo cuántico del electrón es único.

Todos los electrones son excitaciones localizadas de dicho campo electrón que se propagan en él como si fueran ondas —los diagramas de Feynman muestran partículas en interacción, pero a la hora de realizar cálculos representan propagadores de ondas—. Por ello, todos los electrones en el mismo nivel de energía de átomos diferentes son idénticos e indistinguibles entre sí. El campo cuántico es el objeto fundamental de la realidad física, un objeto que no está localizado en una cierta región del **espacio**, como lo están las partículas, sino que está distribuido por todo el espaciotiempo del universo.



TODOS LOS ELECTRONES EN EL MISMO NIVEL DE ENERGÍA DE ÁTOMOS DIFERENTES SON IDÉNTICOS E INDISTINGUIBLES ENTRE SÍ.
CRÉDITO IMAGEN: BLACKJACK3D.

DUALIDAD ONDA-PARTÍCULA

Una partícula es una onda en un campo cuántico, pero esta idea no reivindica la dualidad onda-partícula de la física cuántica no relativista, una aproximación a la realidad que está llena de aparentes paradojas, como que una partícula puede estar en dos lugares al mismo tiempo (experimento de la doble rendija) o que una partícula puede modificar su pasado (retrocausalidad). Todas estas paradojas se resuelven usando el concepto de campo cuántico. Muchos físicos han expresado frases lapidarias como que «si usted cree que entiende la mecánica cuántica, entonces no entiende la mecánica cuántica» de Richard Feynman —frase que omite el adjetivo no relativista y que en su contexto original abogaba por sustituir el concepto de partícula por el concepto de campo cuántico—. La física cuántica ha de ser entendida usando la **teoría cuántica de campos**, la versión **relativista** de la mecánica cuántica.

Las soluciones de la **ecuación de Schrödinger** que rige la formulación ondulatoria de la mecánica cuántica no relativista se llaman funciones de onda, pero no son ondas en la realidad física, ya que se puede demostrar que no son observables, luego ningún experimento las puede determinar. En la **dualidad onda-partícula** se asocia una función de onda a una partícula como una herramienta matemática para describir la información sobre sus estados físicos observables. Dicha función de onda no cumple con la teoría de la relatividad y permite fenómenos imposibles, como que la velocidad de una partícula sea mayor que la velocidad de la luz en el vacío, o que una partícula tenga una probabilidad mayor de cero de estar en cualquier lugar del universo. La realidad física que nos muestra la naturaleza es relativista y debe ser descrita con una mecánica cuántica relativista, es decir, con la teoría cuántica de campos. Gracias a ella se resuelven todas las paradojas contraintuitivas de la mecánica cuántica no relativista. A pesar de ello, el físico debe educar su intuición física para entender y aceptar las leyes de la física cuántica, que van más allá de la intuición cotidiana aprehendida en un mundo macroscópico regido por la física clásica.



LAS SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER QUE RIGE LA FORMULACIÓN ONDULATORIA DE LA MECÁNICA CUÁNTICA NO RELATIVISTA SE LLAMAN FUNCIONES DE ONDA.
CRÉDITO IMAGEN: WACOMKA.

EL CONCEPTO DE CAMPO

En la mecánica newtoniana todas las fuerzas son debidas al contacto entre los cuerpos, salvo la fuerza de la gravitación universal que ejerce una inexplicable acción a distancia instantánea. La intuición de Newton a finales del siglo XVII, según sus cartas a colegas, era que el universo estaba relleno de un campo de fuerza que explicaba la gravedad. Pero como no había ninguna prueba de su existencia, se limitó a escribir al respecto su famoso «hypotheses non fingo» (en latín «no pro-pongo ninguna hipótesis») en un apéndice a la tercera edición de sus *Principia Mathematica*. Esta idea de campo permeó la física del sonido y de los fluidos durante el siglo XVIII, pero no cristalizó hasta el siglo XIX gracias a la intuición física de Michael Faraday y a las ecuaciones de James Clerk Maxwell para el **electromagnetismo**. Para Maxwell, la luz era una onda en un medio material llamado «éter». La infructuosa búsqueda de indicios experimentales de la existencia del «éter» llevó a reivindicar los campos como objetos matemáticos sin realidad física.

Albert Einstein revolucionó la física al relegar el «éter» al olvido con su teoría especial de la relatividad en 1905; el mismo año propuso que el campo electromagnético era real y estaba cuantizado en paquetes de energía (**cuantos de Planck**) capaces de colisionar con electrones para explicar el efecto fotoeléctrico —logro que le llevó al Premio Nobel—. Einstein resolvió la gran duda de Newton en 1915 con su teoría de la gravitación, llamada teoría general de la relatividad; la gravitación es una fuerza ficticia resultado de la curvatura del espaciotiempo que no es instantánea, se propaga a la velocidad de la luz en el vacío. Einstein creía que los campos electromagnéticos son una propiedad intrínseca del espaciotiempo, una idea que formalizó Hermann Weyl con las llamadas teorías gauge.

En oposición a Einstein, la mayoría de los físicos durante la primera mitad del siglo XX creían que los campos no eran reales, meros objetos matemáticos útiles para calcular las interacciones entre partículas. En 1949 nació la versión definitiva de la electrodinámica cuántica, la teoría cuántica de campos basada en una simetría gauge llamada $U(1)$ que describe el electromagnetismo; la teoría más exitosa y precisa de toda la Física, ya que sus predicciones coinciden con los experimentos hasta en doce dígitos significativos (para el momento magnético anómalo del electrón).

Esta teoría se generalizó a otras simetrías gauge como $SU(2)$ y $SU(3)$ gracias a las llamadas teorías de Yang–Mills, que condujeron al nacimiento del modelo estándar de la física de partículas en 1974. Se explican tres de las cuatro interacciones fundamentales conocidas usando los grupos gauge $U(1)$ para el electromagnetismo, $SU(2)$ para la interacción débil, que es responsable de la física de los neutrinos, y $SU(3)$ la interacción fuerte, que explica la composición interna del **protón** y del neutrón; solo la gravitación está más allá del modelo estándar. Muchos físicos entendían el modelo estándar al hilo del «¡cállate y calcula!» de David Mermin en 1989 y creían que la realidad física estaba hecha de partículas, aunque realizaran sus cálculos usando ondas en campos cuánticos.

LA REALIDAD FÍSICA DE LOS CAMPOS CUÁNTICOS

Los campos cuánticos descritos por el modelo estándar son los objetos fundamentales que describen la realidad física y como tales son reales, pero no pueden ser explicados usando objetos aún más fundamentales. Podemos explicar **de qué está hecho un átomo** (electrones ligados a un núcleo mediante el campo electromagnético), porque no es un objeto fundamental —a pesar de su nombre, que significa indivisible—. Los campos cuánticos son indivisibles, son los verdaderos «átomos» de la realidad física actual. Podemos intuir lo que son los campos cuánticos usando nuestra intuición para los campos clásicos en un medio material, como la temperatura o la velocidad del aire en una habitación, pero dicha intuición es engañosa. No hay un medio material que soporte los campos cuánticos, que están imbricados en el espaciotiempo como si fueran una propiedad intrínseca del propio espaciotiempo, como intuía Einstein —aunque le desagradaba la física cuántica y solo concebía campos clásicos—.

Todos los campos cuánticos del modelo estándar tienen dos tipos de estados físicos: vacío y partículas. En matemáticas se pueden concebir campos que tienen otros estados físicos —solitones, instantones, impartículas, y otros estados más exóticos—; sin embargo, todos los campos cuánticos observados en la naturaleza solo muestran estados de vacío y partícula, sin rastro de hipotéticos estados más exóticos.

Todas las partículas conocidas son ondas localizadas de un campo cuántico en una pequeña región del espacio; dicha región tiene un tamaño determinado por su longitud de onda de De Broglie, que depende del inverso de la energía de la partícula; cuando se afirma que una partícula es puntual lo que se quiere decir es que su tamaño depende de su energía. Así, un electrón ligado a un átomo es una excitación del campo del electrón con una energía tal que su tamaño es el del propio átomo; por ello es falso que un átomo está vacío porque los electrones y el núcleo sean muy pequeños, aunque el núcleo lo es. De hecho, la imagen de un electrón como una partícula puntual que orbita el núcleo es falsa de toda falsedad. Su origen son los experimentos de ionización, en los que un fotón de alta energía colisiona con un átomo para robarle un electrón que se expulsa con una energía mucho mayor y un tamaño mucho menor que los que tenía en el átomo; este tamaño es menor cuanto mayor es la energía del fotón incidente, por ello el electrón parece puntual.

El campo del electrón es fundamental, así que es imposible imaginar que tipo de excitación es un electrón; la teoría cuántica de campos solo nos permite determinar el número de

electrones que hay en una cierta región del espacio, que puede ser cero, si el campo está en su estado de vacío en dicha región, o puede ser uno, dos, tres, etc.; pero nunca puede ser un número fraccionario, que el campo es cuántico significa que no existen excitaciones de tipo medio electrón, o pi electrones; el estado de tipo partícula del campo solo puede excitar en un número natural de **partículas**. Lo mismo pasa con todos los estados de tipo partícula de todos los campos cuánticos del modelo estándar, es decir, todos los que hemos observado en la naturaleza.

Resulta fascinante pensar que los físicos ignoran la naturaleza íntima de los campos cuánticos, pero saben calcular las propiedades de sus partículas y cómo les influye su estado de vacío con gran precisión. El físico educa su intuición física para asimilar el concepto de campo cuántico en la línea del «¡cállate y calcula!»; las predicciones de la teoría de campos cuánticos tienen tal acuerdo con los experimentos y las observaciones que abruma. Sin embargo, debemos aceptar que, siendo conceptos fundamentales de nuestra realidad física, por definición, no podemos explicar por qué son como son recurriendo a conceptos más fundamentales. La Física es fascinante porque nos confronta con lo incognoscible; y porque confiamos que, algún día, el progreso de la Física desvele la existencia de entes físicos más fundamentales que los campos que nos permitan explicar por qué la teoría cuántica de campos describe casi a la perfección la naturaleza observada.



LA GRAVITACIÓN ES UNA FUERZA FICTICIA RESULTADO DE LA CURVATURA DEL ESPACIOTIEMPO. CRÉDITO IMAGEN: JURIS KRAULIS.



LOS CAMPOS CUÁNTICOS DESCRITOS POR EL MODELO ESTÁNDAR SON LOS OBJETOS FUNDAMENTALES QUE DESCRIBEN LA REALIDAD FÍSICA Y COMO TALES SON REALES, COMO PUEDE SERLO UN RAMO DE FLORES. CRÉDITO FOTO: VICTORIABEE.



«¡CÁLLATE Y CALCULA!», DAVID MERMIN. CRÉDITO FOTO: DOUCEFLEUR.

Experimentos cuánticos.

La mecánica cuántica ha pasado, hasta el momento, todas las pruebas experimentales diseñadas para ponerla a prueba.

Publicado por ENRIQUE F. BORJA
Físico y divulgador científico

TOMADO DE: Muy Interesante – 21 de diciembre de 2023

Este artículo se publicó en el número de coleccionista de Muy Interesante nº. 25, *Mundo cuántico*.

La formulación final de la mecánica cuántica se puede considerar madura entre los años 20 y 30 del pasado siglo XX. Durante este siglo, la cuántica nos ha sorprendido en innumerables ocasiones con predicciones de fenómenos que distan mucho de nuestras vivencias cotidianas. Y durante todo ese tiempo hemos puesto en jaque a la mecánica cuántica diseñando experimentos en los que se buscaba, y se sigue buscando, una brecha por la cual mostrar que la cuántica no es la última palabra. No hemos encontrado ninguna de esas brechas buscadas.

Este es el día a día en ciencia, uno tiene teorías y modelos que predicen el comportamiento de los sistemas en tal o cual fenómeno y esto se ha de someter al escrutinio experimental. Respecto a la cuántica, hay poca duda de su potencia a la hora de explicar fenómenos y de predecir resultados experimentales. Con la cuántica hemos aprendido a entender la materia a un nivel de precisión inimaginable un siglo atrás. También hemos desarrollado tecnologías que han cambiado nuestras vidas y, sin duda, lo seguirán haciendo por mucho tiempo.

DUDAR DE NUESTRAS TEORÍAS

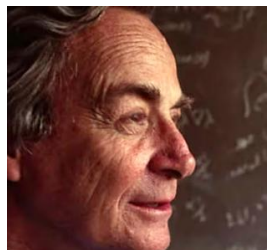
En sentido estricto tenemos evidencias experimentales de lo acertado de la cuántica cada vez que usamos nuestros dispositivos electrónicos. Cada vez que notamos que los objetos a nuestro alrededor son sólidos. Cuando vemos las líneas espectrales de la luz capturada de alguna estrella lejana. Cuando se estudian los sucesos en las colisiones de nuestros aceleradores de partículas. La lista es interminable y, sin embargo, no es totalmente satisfactoria.

La obligación última en ciencia es la de dudar de nuestras teorías. En ciencia, lo interesante es contrastar los datos experimentales, que es como nos habla la naturaleza, con las predicciones teóricas. Así podemos llevar al límite nuestras teorías y confiar en ellas tanto en cuanto no somos capaces de encontrar fenómenos experimentales que no podemos explicar con ellas.

Esto último ha sido especialmente crítico en cuántica por varios motivos. Por un lado, porque la teoría está completamente alejada de nuestras intuiciones físicas y tenemos graves problemas para interpretar sus resultados. Por otro lado, los requisitos técnicos para llevar a cabo experimentos en los que realmente estemos convencidos de que estamos midiendo justo lo que queremos medir para explorar el rango cuántico de la naturaleza son extremadamente exigentes.

Afortunadamente, estamos viviendo en una época dorada en este tema. La tecnología se ha desarrollado lo suficiente como para poder diseñar experimentos que antes solo podían ser imaginados, los famosos experimentos mentales (en física se suele hablar de los gedankenexperiment). Y esto no se circunscribe únicamente a la cuántica, también estamos viviendo una total revolución en nuestra capacidad de desafiar a la **relatividad general** en astronomía y **astrofísica** gracias a tecnologías como la óptica adaptativa y, cómo no, a la posibilidad real de observar **ondas gravitacionales**.

Seguro que no es una sorpresa que a lo largo del siglo de vida que ha tenido la cuántica se han realizado innumerables experimentos. Podemos decir con total confianza de que la cuántica los ha superado todos. En este artículo vamos a describir los dos experimentos más emblemáticos de la cuántica. Para justificarnos vamos a recurrir a dos voces autorizadas, la de Richard Feynman y la de Erwin Schrödinger, dos de los físicos que contribuyeron de forma más determinante en la puesta de largo de la **mecánica cuántica** como marco conceptual de la física.



RICHARD FEYNMAN.

Richard Feynman, en sus *Lecciones de Física*, escribió sobre el experimento de la doble rendija donde dijo:

—Examinaremos un fenómeno que es imposible, absolutamente imposible, de explicar de algún modo clásico y que contiene el corazón de la mecánica cuántica. En realidad, contiene el único misterio—.

Quizás se vino un poco arriba porque hay otro fenómeno que es más cuántico, si cabe, que el de la doble rendija. Ese no es otro que el **entrelazamiento** del que Schrödinger dijo en su artículo «Discusión de las relaciones de probabilidad entre sistemas separados»:

—Yo no lo identificaría como «un» sino «el» rasgo característico de la mecánica cuántica, el que contiene enteramente su diferenciación de las líneas de pensamiento clásicas. Mediante la interacción, los dos representantes o funciones de onda han quedado entrelazados—.

ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO

Comencemos por el entrelazamiento porque posteriormente haremos uso de él para hablar del experimento de la doble rendija. El entrelazamiento no es otra cosa que correlaciones que se dan entre sistemas físicos que se nos antojan independientes y que pueden estar muy alejados el uno del otro (y esto es un punto importante). Pero empecemos comentando lo que «no» es el entrelazamiento. Supongamos que tenemos a Alicia y a Berto como dos avezados físicos experimentales que están muy alejados el uno del otro. Y supongamos que tenemos a Carla que va a preparar un experimento. Carla tiene una bola negra y una bola blanca. Carla mete estas bolas en sendas cajas que envía a Alicia y a Berto. La «magia», que no es tal, es que cuando Alicia abra su caja, y conocedora de las condiciones experimentales, podrá deducir de qué color es la bola que contiene la caja de Berto y viceversa. Aquí no hay nada sorprendente, no hay nada cuántico. Evidentemente, si sabemos que tenemos una bola blanca y una bola negra, si en nuestra caja vemos la bola blanca, sabemos que en la otra está la bola negra. No hay más que hablar.

Pero el entrelazamiento cuántico es una situación mucho más desquiciante que esta. En cuántica, las propiedades físicas de los sistemas no suelen estar bien definidas porque podemos tener estados superpuestos. Seamos más precisos en esto. Ahora Carla tiene un sistema cuántico en el que podemos medir su valor y solo podemos obtener el resultado blanco o negro. Pero Carla puede preparar el sistema de forma que esté en una combinación de estos dos estados.



CON LA CUÁNTICA HEMOS APRENDIDO A ENTENDER LA MATERIA A UN NIVEL DE PRECISIÓN INIMAGINABLE UN SIGLO ATRÁS. CRÉDITOS IMAGEN: ANDRII YALANSKYI.



LA OBLIGACIÓN ÚLTIMA EN CIENCIA ES LA DE DUDAR DE NUESTRAS TEORÍAS. CRÉDITO FOTO: SKYNSHER.



EL ENTRELAZAMIENTO NO ES OTRA COSA QUE CORRELACIONES QUE SE DAN ENTRE SISTEMAS FÍSICOS QUE SE NOS ANTOJAN INDEPENDIENTES Y QUE PUEDEN ESTAR MUY ALEJADOS EL UNO DEL OTRO. CRÉDITO IMAGEN: VERONIKA SUROVTSEVA.

Si Alicia recibe este sistema cuántico, la teoría nos dice que no tiene un valor definido hasta que no se haga una medida en el mismo. Cuando Alicia mire, observará que su sistema es blanco o negro con una determinada probabilidad.

Ahora supongamos que estamos en una situación experimental como la que hemos descrito antes, pero con dos sistemas cuánticos en los que podemos medir su color y que Carla le envía uno a Alicia y otro a Berto.

Estos dos estados son estados aceptables de estos dos sistemas, pero son estados muy diferentes. Imaginemos que Carla ha enviado sus cajas con sus sistemas cuánticos en un estado determinado. A la vista de este estado, Alicia no puede saber de ningún modo qué resultado va a obtener antes de medir, puede salirle blanco o negro, eso se realizará en la medida experimental. En la misma situación está Berto. Pero es más, supongamos que Alicia mide y encuentra que su sistema es blanco, ¿puede deducir lo que le va a salir a Berto? Pues el resultado es que Alicia no gana ninguna información sobre el sistema de Berto al efectuar su medida.

La situación es diametralmente opuesta si Carla ha enviado sus cajas con sus sistemas cuánticos preparados en el estado dado. En esta ocasión tampoco es posible, ni para Alicia, ni para Berto, saber qué resultado de la medida sobre sus sistemas van a obtener. Puede salirles blanco o negro con una determinada probabilidad. Pero, ojo, ahora saben que hay una correlación entre sus resultados. Si a Alicia le sale blanco a Berto le saldrá negro y viceversa. Pero todo ello se plasma físicamente solo en el momento de la medida, los sistemas no son ni blancos ni negros hasta que no se efectúa una medida. Lo único que sabemos es que las medidas estarán correlacionadas. Este es un estado entrelazado cuántico para estos sistemas.

Cuando se descubrió esto, surgió una duda atroz entre los padres de la mecánica cuántica. Esta duda es complicada de explicar y de entender, pero afortunadamente podemos simplificarla para tener la opción de vislumbrar lo peliagudo de la cuestión. La pregunta que se hicieron fue: ¿cómo podemos estar seguros cuando hagamos este experimento de que la naturaleza sí sabe que los sistemas siempre tienen la propiedad de su color bien definida? ¿Cómo distinguimos entre la primera versión, la clásica, del experimento y la segunda, la cuántica?

La respuesta a estas preguntas, que se formularon sobre la década de los años 30 del pasado siglo, estuvo mucho tiempo en el ámbito de la especulación física y filosófica. Pero en los años 60, John Bell, un físico de partículas irlandés que trabajaba en el **CERN**, dio la clave para poder testear estas cuestiones experimentalmente. Bell estudió cómo serían las correlaciones entre sistemas clásicos y los sistemas cuánticos entrelazados cuando se podían medir varias características físicas a voluntad por parte de los experimentadores. En nuestro ejemplo solo hemos medido el color, pero Bell generalizó esto para medidas de más cosas. Y encontró que en esta situación las predicciones clásicas, asumiendo que todo está bien determinado siempre, y las cuánticas, que las magnitudes físicas toman valores determinados solo al medirlas, eran diferentes. Bell demostró esto como un teorema y encontró unas desigualdades que ahora llevan su nombre. Si la naturaleza es clásica y todo está determinado, los datos experimentales son consistentes con las desigualdades de Bell. Si la naturaleza es cuántica, las desigualdades de Bell no se respetan.

En 2022, el Premio Nobel de Física fue hacia tres de los primeros físicos que trabajaron en los aspectos experimentales del entrelazamiento. Hacer estos experimentos no es sencillo porque hay que cuidar muy bien que no haya resquicios en la ejecución de los mismos que confundan la interpretación de los datos experimentales.

EXPERIMENTO DE LA DOBLE RENDIJA

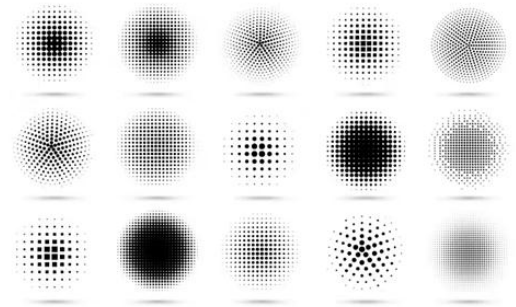
Pasemos a los experimentos de doble rendija. La cuántica nos dice que cuando una partícula es lanzada contra dos rendijas minúsculas y bien separadas entre sí, al poner un detector tras las rendijas veremos aparecer un patrón de interferencia. Es decir, veremos zonas en las que llegan las partículas y otras zonas en las que nunca llegan las partículas. Esto será así aunque lancemos las partículas una a una. La clave de esto es que la cuántica nos dice que no podemos saber qué camino ha tomado una partícula para ir de la fuente al detector, así que hemos de considerar todas las posibilidades. Por tanto, el formalismo tiene en cuenta que las partículas individuales pasan por las dos rendijas a la vez y, por tanto, interfieren igual que lo haría cualquier onda. Pero lo más curioso es que nosotros detectamos las partículas como entidades completas, es decir, al detectarlas se comportan como entes localizados pero al pasar por las rendijas como entes deslocalizados capaces de interferir.

Estos **experimentos** se han realizado lanzando, uno a uno, electrones, con neutrones, con moléculas de un tamaño aceptable y siempre se ha encontrado el resultado predicho por la cuántica. Pero, lo más loco de todo es que si en nuestro dispositivo experimental tenemos la posibilidad de medir de algún modo por la rendija que ha pasado la partícula, el patrón de interferencia desaparece y solo veremos que llegan partículas en las zonas del detector enfrentadas a las rendijas. Es decir, que solo con la posibilidad de conocer la rendija por la que ha pasado la partícula destruye la interferencia.

Un detalle importante es que en estos experimentos se tiene especial cuidado en asegurar que solo hay una partícula en juego en cada prueba experimental. Es decir, se lanza una partícula a las dos rendijas y se detecta tras ellas y luego se lanza la siguiente y así sucesivamente. El efecto de la interferencia no está asociado a que interfieran distintas partículas en vuelo, sino que es un efecto cuántico puro. Estos experimentos nos muestran indefectiblemente que la superposición, la combinación de pasar por la rendija 1 y la rendija 2, es un hecho intrínseco a la descripción cuántica de la naturaleza.

Es más, hay experimentos de doble rendija que usan partículas entrelazadas. Se crea un par entrelazado y un miembro del par se lanza contra las rendijas y el otro, que se mueve en dirección contraria, va a un detector. Lo que se verifica experimentalmente es que las partículas que no pasan por la doble rendija ¡también presentan un patrón de interferencia! Y, por supuesto, si diseñamos algún método de poder deducir por cuál de las rendijas han pasado las partículas, el patrón desaparece. El ejemplo arquetípico de estos experimentos son los realizados por Birgit Dopfer en el grupo de Anton Zeilinger presentados en 1998.

Conocer más y mejor estos fenómenos nos permitirá avanzar en nuevas tecnologías como los **ordenadores cuánticos** que dependen crucialmente de la superposición de estados cuánticos y el entrelazamiento.



PUEDA SALIRLES BLANCO O NEGRO CON UNA DETERMINADA PROBABILIDAD. CRÉDITO IMAGEN: TETIANA LAZUNOVA.



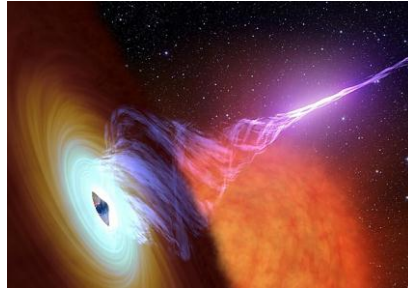
SOLO CON LA POSIBILIDAD DE CONOCER LA RENDIJA POR LA QUE HA PASADO LA PARTÍCULA DESTRUYE LA INTERFERENCIA. CRÉDITO IMAGEN: PIRANKA.

Hasta los genios se equivocan:

Un nuevo artículo corrige un error cometido por Stephen Hawking hace seis décadas. El error estaría en la demostración matemática de la existencia de las singularidades del británico.

Por PABLO MARTÍNEZ-JUAREZ

TOMADO DE: XATAKA – 21 de diciembre de 2023



FUENTE IMAGEN: NASA/JPL-CALTECH.

Qué hay dentro de **un agujero negro es un misterio** que aún estamos lejos de responder. Puesto que nada puede salir de su interior nos resulta imposible ver lo que hay dentro, así que nuestra única forma de indagar en sus adentros es a través de la teoría.

Pero a veces al construir estas teorías podemos meter la pata a la hora de establecer la cadena de proposiciones matemáticas o lógicas en las que se fundamentan las teorías. Y eso es algo que le pudo haber pasado incluso al mismísimo Stephen Hawking.

Así lo defiende un reciente trabajo que ha aparecido publicado como borrador en las plataformas *ArXiv* y *Researchgate*. El artículo podría haber pasado quizás desapercibido si no fuera por haber estado firmado por un peso pesado en la cosmología, Roy Kerr.

El artículo pone en cuestión nada menos que la noción de que que en el interior de los agujeros negros existan singularidades. Lo hace falsando **uno de los argumentos matemáticos** a partir de los cuales Roger Penrose y Stephen Hawking construyeron su teorema sobre la singularidad.

Pero, ¿qué es la singularidad? ¿Y quién es este Kerr? Podemos responder a ambas cosas más o menos a la vez.

La idea de la existencia de los agujeros negros parte de la relatividad de Einstein y de las llamadas ecuaciones de campo de Einstein. A partir de estas ecuaciones el físico alemán Karl Schwarzschild concibió lo que podríamos considerar el modelo teórico más sencillo de agujero negro.

En este modelo pueden distinguirse dos partes: un horizonte de sucesos que delimita el volumen del espacio donde el influjo gravitatorio del agujero negro es tan grande que ni la luz puede escapar; y una singularidad, un punto en el espacio y el tiempo donde **la densidad es tal** que la curvatura de éstos se hace infinita.

Había un problema, y es que todos los cuerpos celestes, en parte al menos por causa de interacciones gravitatorias, tienden a rotar. Solucionar las ecuaciones de campo de Einstein en estático era una cosa, pero si quería tenerse en cuenta el momento angular... la cosa se complicaba. Tanto que pasó casi medio siglo hasta que un modelo de agujero negro que tuviera en cuenta esta rotación. Quien resolvió este problema fue el mismo Kerr. Corría el año 1963.

Si bien los llamados agujeros negros de Kerr cuentan con singularidad (una en forma de anillo en lugar de estar concentrada en un punto), este matemático de 91 años ha tachado de “fe, no ciencia” el consenso actual en torno a la idea de que los agujeros negros cuentan con singularidades en sus respectivos interiores.

EL CONTRARGUMENTO

Lo hace poniendo en duda uno de los argumentos que en su día propusieron Penrose y Hawking a la hora de defender la existencia de singularidades. El argumento parte de la longitud afín de la luz. **La luz no “envejece”** ya que todo aquello que se desplaza a velocidades cercanas a la de la luz, pero la longitud afín permitía a los teóricos tener una medida análoga de su “ciclo vital”.

Partiendo del hecho de esta longitud afín era finita, Penrose y Hawking concluyeron que ese punto en el que la luz “terminaba” no podía ser otra cosa que una singularidad. Este es un argumento que se ha mantenido vigente durante más de medio siglo y contra el cual Kerr ha arremetido en su último trabajo, probando, también matemáticamente, que esta longitud afín finita no tenía que implicar necesariamente la existencia de una singularidad.

Si Kerr está en lo cierto, Penrose y Hawking **habrían metido la pata en su argumentación** en favor de la existencia de las singularidades, pero, ¿quiere decir eso que las singularidades no existen? Pues no, tampoco.

Refutar una prueba es una cosa y refutar una hipótesis es una muy distinta. Como señalaba la física y divulgadora Sabine Hossenfelder, una prueba puede ser errónea a sin que la conclusión deje de ser correcta.

Pueden existir distintas formas de llegar a construir esta hipótesis, y este es el caso de las singularidades. Podemos empezar recordando que es la teoría de la relatividad en sí misma la que nos invita a pensar que en los adentros de los agujeros negros existen singularidades, la longitud afín es **tan solo una forma de demostrar esto matemáticamente**. Como explica Hossenfelder, no conocemos fuerza o motivo por el cual la materia pueda comprimirse tanto como causa de la atracción gravitatoria como para acabar cumpliendo con la predicción de Einstein.

La última cuestión a tener en cuenta que nos recuerda la física alemana tiene que ver con el hecho de que aún es mucho lo que no sabemos sobre la física. Lo que creemos saber sobre agujeros negros se basa en la relatividad y lo que sabemos sobre la gravedad, pero esta teoría aún no ha sido puesta en común con lo que sabemos sobre cuántica, física de partículas y las interacciones fundamentales en una “teoría del todo”.

Para muchos físicos, los efectos cuánticos pueden hacer que el interior de los agujeros negros sea muy distinto de lo que concebimos hoy en día. E incluso podrían, hipotéticamente, ser esa fuerza que evite la aparición de la singularidad. Quizás esta teoría unificada sea **nuestro único salvoconducto** para adentrarnos en un agujero negro. Teóricamente, claro.

De Pitágoras a la conjetura del millón de dólares.

Las letras «A», «B» y «C» han permitido crear algunos de las fórmulas más esquivas de las matemáticas.

Versión del artículo original de PEDRO ALEGRÍA

TOMADO DE: ABC – España / Sección ABCDARIO DE LA MATEMÁTICAS



Pedro Alegría es profesor de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea y miembro de la comisión de divulgación de la RSME.

El **ABCDario de las Matemáticas** es una sección que surge de la colaboración con la Comisión de Divulgación de la Real Sociedad Matemática Española (RSME).



EL PREMIO SE LE ENTREGARÁ AL QUE RESUELVIA LA CONJETURA DE BEAL. CRÉDITO IMAGEN: FOTOLIA.

Cuenta la leyenda que **Pitágoras de Samos**, conocido filósofo y matemático griego nacido hace más de 25 siglos, fue quien demostró su famoso teorema, expresado simbólicamente mediante esta igualdad: $A^2 + B^2 = C^2$

Donde «A» y «B» representan los catetos y «C» la hipotenusa de un triángulo rectángulo.

Esta fórmula proporciona un test infalible para saber si un triángulo es rectángulo.

Otra leyenda cuenta que **Pierre de Fermat**, afamado jurista francés nacido hace más de cuatro siglos, demostró el teorema que lleva su nombre, el cual afirma que, si «n» es un número natural mayor que dos, no existen tres números enteros «A», «B», «C» no nulos, que verifiquen la igualdad: $A^n + B^n = C^n$

Parece que a Fermat se le ocurrió cambiar el exponente 2 en la fórmula del teorema de Pitágoras por otro entero $n > 2$ mientras estudiaba una traducción al latín realizada poco tiempo antes por Claude Gaspard Bachet del libro *La Aritmética*, escrito por Diofanto de Alejandría en el siglo III d.C.

El susodicho teorema de Fermat tuvo que limitarse, por derecho propio, a ser una simple conjetura ya que gran cantidad de matemáticos y aficionados (conocidos como «fermatistas») buscaron infructuosamente una demostración precisa y completa durante más de 350 años. El mismo Fermat nos legó la prueba para el caso $n=4$ (siglo XVII), Leonhard Euler para el caso $n=3$ (siglo XVIII) y Sophie Germain descubrió una propiedad que demostraba el teorema para infinitos casos (siglo XIX), pero infinitos casos no son todos los casos. En matemáticas, la excepción no confirma la regla sino que la descarta. Ni siquiera en todo este tiempo se pudo encontrar un ejemplo donde la igualdad fuera cierta y concluir que la conjetura era falsa.

Casi nadie cree ahora la última parte de la famosa afirmación de Fermat:

Es imposible encontrar la forma de convertir un cubo en la suma de dos cubos, una potencia cuarta en la suma de dos potencias cuartas, o en general cualquier potencia más alta que el cuadrado en la suma de dos potencias de la misma clase. Para este hecho he encontrado una maravillosa demostración, pero el margen es demasiado pequeño para que la demostración quepa en él.

Lo que ya no es una leyenda es el acontecimiento histórico que se produjo el 23 de junio de 1993: el matemático británico **Andrew Wiles** dictó una conferencia en el Isaac Newton Institute de Cambridge donde daba por resuelta la conjetura al demostrar el enunciado de Fermat. Aunque tuvo que corregir algunos errores en la prueba, al año siguiente se aceptó por parte de la comunidad matemática que el teorema estaba por fin demostrado. En ese momento nadie había ofrecido una gratificación económica a quien resolviera el problema pero en 2016 se concedió a sir Andrew Wiles el premio Abel de matemáticas, galardón que está dotado con más de 700.000 euros.

Una de las características de las matemáticas es que todo problema resuelto conduce inevitablemente a otros problemas relacionados. En lo que concierne a nuestra historia, un enunciado equivalente al teorema de Fermat es que la igualdad:

$$A^n + B^n = C^n$$

Es imposible para valores «A», «B» y «C» que sean coprimos, es decir que no son divisibles por un mismo número (salvo el uno, ¡claro!).

Este enfoque inspiró a un tocayo de Wiles, **Andrew Beal**, banquero texano (actualmente ocupa el lugar 127 en la lista Forbes de los más ricos del planeta) que estudió algunos cursos de matemáticas en la Universidad del estado de Michigan, a plantear en 1993 una conjetura más general. Dice así:

Sean A, B, C, x, y, z números enteros positivos, con $x, y, z > 2$ (no necesariamente iguales). Si

$$A^x + B^y = C^z$$

Entonces A, B y C deben tener un factor común que es un número primo.

Como muestra, veamos un ejemplo: si la calculadora lo permite, se puede comprobar que:

$$624^3 + 14352^3 = 312^5$$

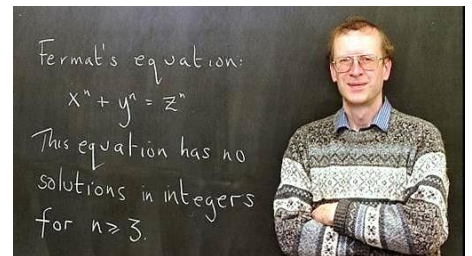
Y los tres números 624, 14352 y 312 son múltiplos de 2.

EL MILLÓN DE DÓLARES

Después de mucho tiempo dedicado sin éxito a encontrar algún ejemplo que negara su conjetura, Andrew Beal ofreció en 1997 un premio de 5.000 dólares a quien demostrara si era cierta o falsa, incrementándose la cantidad desde entonces **hasta llegar al millón de dólares que ofrece en la actualidad**. Su interés, según afirma, es animar a los jóvenes a interesarse por las matemáticas y la ciencia (se puede encontrar más información sobre la gestación y evolución del problema en la página Bealconjecture.com).

La *Sociedad Americana de Matemáticas*, en Providence, Rhode Island (EE.UU.), ha confirmado que el premio irá a parar a quien sea capaz de demostrar o refutar la conjetura. Además, la solución deberá aparecer publicada en una revista matemática acreditada, valorada por expertos independientes. La misma Sociedad Americana de Matemáticas asegura que la solución es más difícil que la del teorema de Fermat, lo que no debe impedir que espíritus animosos se atrevan a intentarlo. De hecho, se pueden encontrar en internet algunas pruebas realizadas por aficionados que no han conseguido el grado de rigor y precisión exigidos en un problema matemático.

Por muy difícil que resulte llegar a una respuesta satisfactoria del problema, no sería el último escollo en esta historia: todavía espera sin resolver la **conjetura ABC**, más general que la de Beal pero cuya formulación no es tan elemental como las de los problemas aquí expuestos. Por cierto, esta última conjetura, a pesar de su nombre, no tiene ninguna relación con este órgano de divulgación científica donde publiqué originalmente este artículo.



ANDREW J. WILES. CRÉDITO IMAGEN: CHARLES REX ARBOGAST / AP.

Filosofando en Física

Contemplando el final de la física.

¿Ha alcanzado la física los límites de lo que podemos descubrir, o las posibilidades no han hecho más que empezar?

Versión del artículo original de ROBBERT DIJKGRAAF

TOMADO DEL BLOG: Investigación y Ciencia.

Artículo original traducido por Investigación y Ciencia con el permiso de QuantaMagazine.org, una publicación independiente promovida por la Fundación Simons para potenciar la comprensión pública de la ciencia.



CRÉDITO IMAGEN: JAMES O'BRIEN/QUANTA MAGAZINE.

¿Está acabada la física? El siglo XXI suele calificarse como la era de la biología. O de la inteligencia artificial. O de cualquier otro campo emergente. Eso relega a la física al siglo pasado: a los días dorados en que las revoluciones de la relatividad y la mecánica cuántica sacudieron el mundo, y en que el descubrimiento de todo tipo de partículas elementales condujo a una larga serie de premios Nobel. Hoy, sin embargo, crece la preocupación ante un «escenario desértico», en el que no se encontrarán nuevas partículas durante décadas, si es que se encuentra alguna más.

Creo que este punto de vista es erróneo por al menos tres razones. En primer lugar, para ser una disciplina que supuestamente ha dejado atrás su mejor momento, las dos primeras décadas de este siglo se han revelado bastante exitosas para la física. En 2012 vimos el descubrimiento de la partícula de Higgs; en 2015 tuvo lugar la primera detección de ondas gravitacionales (anunciada en 2016), y en 2019 se obtuvo la primera imagen de un agujero negro. Todos estos hitos fueron raros casos de grandes acontecimientos científicos que coparon portadas de periódicos y cautivaron la imaginación del mundo.

Sin embargo, cabría argumentar que el germen de todos esos hallazgos se remonta a los años dorados de la física. Los agujeros negros y las ondas gravitacionales constituyen consecuencias directas de las ecuaciones que Albert Einstein descubrió en 1915. ¿Significa eso que la física se ha quedado sin nuevas ideas?

Esto nos lleva al segundo aspecto. Los últimos avances en cosmología nos permiten afirmar, con bastante certeza, que ignoramos el contenido del 95 por ciento del universo. Estas partes ausentes se conocen como materia y energía oscuras, y ambas representan formas igualmente misteriosas de nueva física. Mientras estos enigmas sigan existiendo —y no son los únicos—, la tarea de la física no habrá concluido. (Aquí cabría añadir que entender el 5 por ciento de un área es, en sí mismo, un logro maravilloso.)

La tercera razón por la que los rumores sobre la muerte de la física han sido enormemente exagerados se debe a un error más fundamental y categórico. Definir el progreso en términos del descubrimiento de nuevas partículas o interacciones es una visión miope de la física. Una que hace caso omiso de gran parte de la disciplina y que subestima en gran medida lo que aún podemos conseguir. De hecho, creo que lo que hemos aprendido hasta ahora no representa más que una fracción insignificante de la física que aún nos queda por descubrir.

La física persigue comprender de forma precisa y matemática todas las manifestaciones de la materia y la energía en el universo. Y, por ahora, apenas hemos comenzado a explorar esa infinidad de posibilidades. Afirmar que la física está acabada equivaldría a sostener que las matemáticas concluyeron con la introducción de los números naturales y la aritmética básica, o que la química llegó a su fin con la aparición de la tabla periódica. Aprender las reglas del ajedrez no convierte a nadie en un gran maestro.

En realidad, el ámbito de las partículas subatómicas no es el único lugar en el que podemos encontrar las leyes fundamentales de la física. Estas pueden también emerger a partir del comportamiento colectivo de un gran número de constituyentes. Un ejemplo sencillo lo hallamos en las ondas sonoras, las oscilaciones sincronizadas de las moléculas que componen la materia. Si aplicamos las leyes de la teoría cuántica, tales ondas pueden describirse en términos de ciertas partículas denominadas «fonones». Estos son paquetes elementales, o «cuantos», de sonido, y su comportamiento resulta similar al de los fotones, o cuantos de luz. De modo que, de manera similar al ficticio barón de Munchausen*, que consiguió salir de un pantano tirando de su propia coleta, la física es autosuficiente: puede usarse a sí misma para generar nuevos conocimientos fundamentales, los cuales pueden después plasmarse en matemáticas rigurosas.

Ante la infinidad de sistemas físicos que podríamos construir a partir de los bloques fundamentales del universo que ya conocemos, cabe imaginar una visión invertida de la física. En lugar de estudiar un fenómeno natural y descubrir a partir de él una ley de la naturaleza, podríamos comenzar concibiendo una nueva ley para, después, diseñar un sistema que reproduzca los fenómenos que esta describe. Por ejemplo, la física ha ido mucho más allá de las fases de la materia que se enseñan en la escuela secundaria (sólido, líquido y gas). Las exploraciones teóricas han catalogado todo tipo de potenciales fases «exóticas», posibles gracias a las extrañas consecuencias de la mecánica cuántica, y que ahora podemos comenzar a reproducir en el laboratorio con materiales diseñados a tal efecto.

Todo lo anterior forma parte de un cambio mucho mayor en el propio alcance de la ciencia; un cambio consistente en pasar de estudiar lo que es a estudiar lo que podría ser. Los científicos del siglo XX buscaban los bloques básicos de la realidad: las moléculas, los átomos y las partículas elementales que componen toda la materia; las células, las proteínas y los genes que hacen posible la vida; los bits, los algoritmos y las redes que constituyen la base de la información y la inteligencia, tanto la humana como la artificial. En este siglo, en cambio, comenzaremos a explorar lo que podemos hacer con esos bloques básicos.

Porque, incluso tras 14.000 millones de años de expansión cósmica y tras casi 4.000 millones de años de vida en la Tierra, la naturaleza tan solo ha explorado una pequeñísima fracción de todos los diseños posibles. Como le gusta señalar al biólogo Richard Dawkins, los seres humanos —junto con todos los demás organismos que jamás han existido— somos los afortunados ganadores de una lotería cósmica. De entre un número inconcebible de diseños genéticos posibles, el nuestro fue elegido al azar para materializarse en un prototipo viviente. Lo mismo ocurre con todas las formas de materia que nos rodean. Los procesos naturales que han ocurrido en la Tierra y en el universo solo han generado una pequeña muestra del repertorio posible de moléculas y formas de la materia, y, en consecuencia, de las correspondientes leyes físicas que han de obedecer.

Todo esto está cambiando. La desesperante lentitud del proceso de descubrimiento que emplea la naturaleza, impulsado por una evolución cósmica y biológica que transcurre en escales de millones y miles de millones de años, puede acelerarse de manera vertiginosa en el laboratorio. En un principio esto puede parecernos una ciencia «artificial». Sin embargo, una bacteria diseñada genéticamente no es en absoluto menos real, ni menos digna de estudio, que una hallada en la naturaleza. Tampoco lo son los nuevos materiales unidimensionales y bidimensionales cuyo comportamiento refleja las excentricidades de la teoría cuántica. Antes al contrario, estas nuevas tecnologías «liberan» a la mecánica cuántica de su confinamiento atómico y molecular y le permiten llegar a las escalas macroscópicas de la vida cotidiana. Antes o después, llegará el momento en que podamos pedir todos los ingredientes que componen el menú de la realidad.

La ciencia concierne a todos los fenómenos, también a aquellos creados en el laboratorio y en nuestra mente. Si somos plenamente conscientes de este mayor alcance, veremos emerger una nueva imagen de la empresa investigadora. Por fin, el barco de la ciencia abandona el curso seguro de los ríos trazados por la naturaleza y se dirige al mar abierto, donde le espera un nuevo mundo de materiales, organismos y cerebros «artificiales», y puede que hasta una versión mejor de nosotros mismos.

Esta visión optimista de la física resulta igualmente válida para las demás ramas de la ciencia. La aventura no ha hecho más que empezar.

* Aunque el autor lo señala como ficticio, realmente el barón de Munchausen existió. Karl Friedrich Hieronymus, barón de Münchhausen, nacido el 11 de mayo de 1720 y fallecido el 22 de febrero de 1797, ambos momentos en Bondenerder, Alemania, fue en su juventud paje de Antonio Ulrico II, duque de Brunswick-Luneburgo, y más tarde se alistó en el ejército ruso. Sirvió en él hasta 1750, y participó en dos campañas militares contra los turcos. Al volver a casa, probablemente narró varias historias increíbles sobre sus aventuras.

A partir de estas asombrosas y ficticias hazañas, que incluían cabalgar sobre una bala de cañón, viajar a la Luna y salir de una ciénaga al tirarse de su propia coleta (acción citada por el autor de este artículo), Rudolf Erich Raspe, bibliotecario, científico y escritor alemán, creó un personaje literario entre extraordinario y antihéroe, cómico y bufón en algunas ocasiones y que inspiraba cierta pena en otras, un personaje que en la actualidad es ya un reconocido mito de la literatura infantil, heredero entre muchos de *Don Quijote de la Mancha* y de *Los viajes de Gulliver*, y que tiene un mensaje filosófico radicalmente opuesto al racionalismo imperante en la época: *el barón Munchausen* (ortografía común del nombre del personaje literario en español, por influencia de la transliteración inglesa).

La producción literaria de Raspe llevó a la conocida adaptación cinematográfica de las historias del barón de Münchhausen, noveladas en varias recopilaciones literarias previas, titulada *Las aventuras del barón Munchausen* (en inglés *The Adventures of Baron Munchausen*). Fue realizada en 1988 por Terry Gilliam, y rodada en Belchite, España, y en la playa de Mónsul, Almería, con John Neville en el papel del barón y la participación, entre otros, de Robin Williams, Sarah Polley, Uma Thurman y Eric Idle.

No queda claro qué porcentaje del material de Raspe proviene directamente de su relación con el barón de la vida real. Probablemente lo conoció en la Universidad de Gotinga, donde estudiaba derecho y jurisprudencia, pero la mayor parte de las historias son de fuentes más antiguas.

Thomas Midgley, el inventor más dañino de la historia.

Versión del artículo original de NEIL LARSE

Elaborado por Materia para OpenMind

12 mayo 2021



THOMAS MIDGLEY (1889-1944)

Thomas Midgley, Jr. Nació el 18 de mayo de 1889 en Beaver Falls, Pensilvania y falleció el 2 de noviembre de 1944 en Worthington, Ohio; ambas localidades en EE. UU. Sus padres fueron Thomas Midgley, Sr. y Hattie Midgley. Tuvo dos hijos: Jane Midgley Lewis y Thomas Midgley III.

Fue ingeniero mecánico y químico. Desarrolló el tetraetilo de plomo que durante décadas fue un aditivo para la gasolina el cual por el uso continuado en todo tipo de vehículo estuvo lanzando plomo gaseoso a la atmósfera del planeta por medio siglo.

Le fueron otorgados la Medalla William H. Nichols, la Medalla Perkin, la Medalla Priestley y el Premio Willard Gibbs.

Son innumerables los inventos que han mejorado la vida de las personas y han hecho avanzar la civilización, pero hay algunos que inicialmente fueron considerados grandes avances y luego resultaron tener un lado oscuro. Como el DDT, un milagroso insecticida que causó graves problemas al medioambiente; o los envases de plástico, que contaminan desde el fondo de los océanos hasta las cumbres más altas de la Tierra. Aunque es difícil de superar la magnitud del daño causado (tanto a la salud humana como a la del planeta) por estos dos inventos: la gasolina con plomo y los clorofluorocarbonos (CFC). Curiosamente, ambos fueron creados por un humilde ingeniero químico llamado Thomas Midgley.

La gasolina de principios del siglo XX era de mala calidad y provocaba pequeñas explosiones o golpes al funcionar el motor de los coches. Esto reducía tanto su potencia como la eficacia del combustible y producía muchas averías. Así que Charles Kettering —el inventor del motor de arranque eléctrico— pidió a uno de sus empleados que encontrara un aditivo para la gasolina que hiciera funcionar mejor los motores de los coches. El joven Thomas Midgley, Jr. recibió el encargo en 1916 y se puso a trabajar probando cientos de sustancias diferentes. Pronto dio con el etanol (el mismo alcohol etílico de los vinos y licores) y en febrero de 1920 presentó una solicitud de patente para una mezcla de alcohol y gasolina como combustible antidetonante.

Midgley y Kettering promocionaron con entusiasmo el etanol como “combustible del futuro”. Pero este compuesto no podía patentarse y, por tanto, nunca podría generar muchos beneficios. Tanto los agricultores como muchos consumidores podían producirlo —con la ley seca en los Estados Unidos ya en vigor, cada vez más gente destilaba su propio alcohol en casa— y aquello enfureció a las compañías petroleras, socios estratégicos de los incipientes fabricantes de automóviles.

EL OSCURO DESCUBRIMIENTO DE MIDGLEY

Midgley y Kettering trabajaban ya para General Motors, una compañía entonces bajo la dirección de Alfred P. Sloan (considerado el padre de la idea de la obsolescencia programada) que en 1921 desechó el plan de fabricar gasolina con etanol. Sin embargo, el golpeteo del motor seguía siendo un problema para la estrategia de Sloan, que quería fabricar coches más llamativos y con motores más potentes para competir con el Modelo-T de Ford. Así que Midgley fue enviado de nuevo al laboratorio a buscar otro aditivo para la gasolina. Y en solo unos meses, en diciembre de 1921, había encontrado la solución: el tetraetilo de plomo (TEL).

Descubierto en 1853 por el químico alemán Karl Jacob Löwig, el TEL no había tenido aplicaciones comerciales hasta que Midgley descubrió que cuando se añadía a la gasolina eliminaba el golpeteo del motor, que se produce cuando una llama fría enciende el combustible demasiado pronto. El TEL interfiere en esa reacción, permitiendo que la combustión se produzca en el instante correcto, lo que aumenta la compresión del motor e incrementa la velocidad y el ahorro de combustible.

Lo mejor de todo, desde la perspectiva de General Motors, es que el TEL era barato de producir y además su uso para este fin podía patentarse: tenía un enorme potencial para generar beneficios.

La primera gasolina con plomo se vendió en febrero de 1923 en Dayton (Ohio, EEUU) bajo la marca “Ethyl”, un nombre que justamente evocaba al descartado alcohol etílico de combustión limpia —y la palabra “plomo” nunca se utilizó en ningún material publicitario o promocional para no alarmar al público, ya que sus efectos negativos sobre la salud eran bien conocidos.

LAS PRIMERAS MUERTES POR TEL

Inmediatamente se creó la Ethyl Corporation como una empresa conjunta del fabricante de coches General Motors con la petrolera Standard Oil (hoy Exxon), que encargaron al gigante químico Dupont la producción del aditivo denominado “fluido etílico” (básicamente TEL y tinte rojo). La empresa, de la que Midgley fue nombrado vicepresidente, insistió en que el TEL era seguro, pero cuando decenas de trabajadores empezaron a alucinar, enloquecer y morir en la recién inaugurada planta de fabricación de Nueva Jersey, varios estados prohibieron rápidamente esta sustancia.



LA PRIMERA GASOLINA CON PLOMO SE VENDIÓ EN EEUU BAJO LA MARCA “ETHYL”.
CRÉDITO FOTO: BEV NORTON.

Midgley, que había pasado gran parte de 1923 en Miami recuperándose de una intoxicación por plomo, participó en una famosa conferencia de prensa el 30 de octubre de 1924 para demostrar la aparente seguridad del TEL. Ante los periodistas, se frotó el TEL en las manos e inhaló sus vapores durante 60 segundos, declarando que no sufriría ningún efecto nocivo por hacer esto todos los días, y culpó a los trabajadores afectados por no seguir los procedimientos de seguridad. Pero Midgley debía saber que el TEL era tóxico. En 1922, el presidente de DuPont describió el TEL como “un líquido incoloro de olor dulzón, muy venenoso si se absorbe a través de la piel, lo que provoca un envenenamiento por plomo casi inmediato”.

Sin embargo, Midgley siguió haciendo la vista gorda ante los peligros del TEL, centrándose en cambio en sus supuestos beneficios económicos. En 1925, dijo a una reunión de científicos: “Por lo que la ciencia sabe en este momento, el tetraetilo de plomo es el único material disponible que puede producir estos resultados [antidetonaantes], que son de vital importancia para que el público en general siga utilizando económicamente todos los equipos de automoción...”. Y evitó mencionar su anterior apoyo al etanol como aditivo antidetonante eficaz y de combustión limpia.

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL PLOMO SOBRE LA SALUD

Bajo una intensa presión de las grandes empresas implicadas, el Director General de Salud Pública de EE.UU. acabó convenciendo de que los efectos sobre la salud de la gasolina con plomo serían mínimos, especialmente si se comparaban con los tan pregonados beneficios económicos. En pocos años se eliminaron los obstáculos normativos erigidos por algunos estados, y en 1936 el “fluido etílico” se añadía al 90% de la gasolina vendida en Estados Unidos. En las décadas siguientes, la gasolina con plomo se convertiría en la norma en todo el mundo.

Los efectos catastróficos de esta gasolina en la salud pública son difíciles de exagerar. El plomo no tiene ninguna función en el cuerpo humano y es tóxico para múltiples órganos, incluidos los riñones y el sistema nervioso. Es especialmente perjudicial para los niños, sobre todo para sus cerebros en desarrollo, lo que provoca una pérdida de inteligencia y un comportamiento agresivo —efectos que son permanentes e intratables, y que algunos investigadores han relacionado con los niveles de criminalidad.

Ambas certezas científicas llevaron al abandono progresivo de la gasolina con plomo, que se completó en los primeros años del siglo XXI (Argelia es el último país que se resiste). En el año 2000, todavía cuatro millones de coches en Ciudad de México bombeaban cada día unas 32 toneladas de plomo al aire. Y casi un siglo de uso de la gasolina con plomo como combustible implica que este compuesto permanece en el suelo, el aire, el agua y en nuestros cuerpos. Según un artículo publicado en 1992 en *The New England Journal of Medicine*, los niveles medios de plomo en los huesos de la población moderna son 625 veces superiores a los de los habitantes precolombinos de Norteamérica. La Organización Mundial de la Salud estima que entre 15 y 18 millones de niños de los países en desarrollo sufren daños cerebrales permanentes debido a la intoxicación por plomo, el 90% de los cuales puede atribuirse a la gasolina con plomo.

EL DESCUBRIMIENTO DEL FREÓN

Volviendo a Thomas Midgley, su siguiente gran invento estaba destinado a resolver un problema con los frigoríficos General Motors, que se estaban convirtiendo en un electrodoméstico popular en la década de 1920. Estos aparatos a veces sufrían fugas de los gases refrigerantes, bien de dióxido de azufre (corrosivo para los ojos y la piel) o de formiato de metilo (altamente tóxico si se inhala, y también inflamable).

Midgley dirigió el equipo científico que en 1928 desarrolló un refrigerante no tóxico y no inflamable llamado diclorodifluorometano: el primero de los clorofluorocarbonos (CFC), que se vendió bajo la marca Freon-12. Midgley, al que le gustaba utilizar el espectáculo para presentar sus inventos, demostró su eficacia ante la Sociedad Química Americana inhalando una bocanada de gas y apagando una vela.

En las décadas siguientes, los clorofluorocarbonos se hicieron omnipresentes en todo el mundo como refrigerantes, como propulsores en latas de aerosol y como disolventes. Lo que Midgley no podía saber entonces era que esos gases acabarían abriendo un enorme agujero en la capa de ozono de la Tierra, que nos protege de la cancerígena radiación ultravioleta del Sol. Aunque el agujero causado por los CFC parece haberse estabilizado, la situación actual sigue siendo preocupante y el daño tardará bastantes décadas en repararse.

EL INVENTO FINAL DE MIDGLEY

Si bien se puede perdonar a Midgley por la catástrofe de los CFC, no se puede decir lo mismo del tetraetilo de plomo, cuyos efectos tóxicos estaban claros desde el principio. Thomas Midgley recibió prestigiosos premios por estos dos descubrimientos, especialmente el de la gasolina “Ethyl”, así como muchos beneficios por sus otras 170 patentes.

En 1940, Midgley contrajo la polio y quedó paralizado. Como buen inventor, ideó una serie de tiradores y cables que le permitían levantar y maniobrar su cuerpo. El 2 de noviembre de 1944, se enredó con los cables y murió estrangulado a los 55 años. Después del daño global causado por sus dos grandes descubrimientos, su último invento solo le perjudicó a él.



MIDGLEY PARTICIPÓ EN CONFERENCIA DE PRENSA EN 1924 PARA DEMOSTRAR LA APARENTE SEGURIDAD DEL TEL. FUENTE FOTO: WIKIMEDIA.



EL ABANDONO DE LA GASOLINA CON PLOMO SE COMPLETÓ EN LOS PRIMEROS AÑOS DEL SIGLO XXI EN LA MAYORÍA DE PAÍSES INDUSTRIALIZADOS. FUENTE FOTO: PIXABAY.

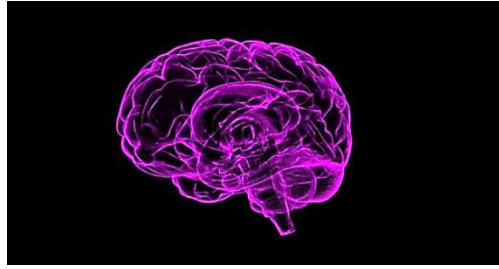


EL SIGUIENTE GRAN INVENTO DE MIDGLEY ESTABA DESTINADO A RESOLVER UN PROBLEMA CON LOS FRIGORÍFICOS. CRÉDITO FOTO: JAMES VAUGHAN.

Paradoja evolutiva: Nuestra cultura y lenguaje proceden del cerebelo.

Versión del artículo original de PABLO JAVIER PIACENTE

TOMADO DEL BLOG: TENDENCIAS 21 - 7 de mayo de 2021



CRÉDITO FOTO: RAMAN OZA EN PIXABAY.

Aunque la corteza cerebral concentra aspectos como la percepción o el pensamiento y por eso se la ha relacionado mayormente con la evolución del cerebro humano, un nuevo estudio sugiere que el cerebelo también posee un papel central en dicha evolución: sería responsable de nuestra cultura y lenguaje, entre otras habilidades.

El cerebelo, una estructura del sistema nervioso central que controla las funciones motoras complejas, ha contribuido decididamente a nuestra cultura, lenguaje y uso de herramientas. Registra mayores diferencias epigenéticas que la corteza, que es donde se desarrollan la percepción, la imaginación, el pensamiento, el juicio y la decisión. Una paradoja que los científicos de la Universidad de Duke han descubierto tras comparar el cerebro humano con el de diferentes primates.

Si hablamos de la vertiginosa evolución que ha permitido al ser humano alcanzar el grado de desarrollo cultural y tecnológico que ostenta en la actualidad y la ligamos directamente con su cerebro, debemos hablar obligatoriamente del neocórtex, que concentra las áreas más evolucionadas de la corteza cerebral.

Hasta hoy, allí residía casi con exclusividad la razón por la cual el ser humano se diferenció fuertemente de otros primates, por ejemplo gracias a la cultura, el lenguaje o el pensamiento abstracto.

CAMBIOS EVOLUTIVOS

Sin embargo, los investigadores estadounidenses han planteado una paradoja que cambiaría en parte esta ecuación. Según una nota de prensa, descubrieron que el cerebelo experimentó cambios evolutivos que pueden haber contribuido significativamente a la cultura humana, el lenguaje y el uso de herramientas.

En el estudio, los neurocientíficos realizaron diferentes comparaciones entre el cerebro humano y el de distintos primates. Descubrieron que los humanos mostraron mayores diferencias epigenéticas en el cerebelo que en la corteza prefrontal, un aspecto que cambiaría el papel del cerebelo en la evolución humana.

Tradicionalmente, esta región del cerebro no ha sido considerada entre las más importantes en cuanto a la evolución de la especie.

LA EXPRESIÓN DE LOS GENES

Cuando se habla de diferencias epigenéticas se hace referencia a las variaciones en las expresiones de los genes que no alteran la secuencia de ADN. Son cambios que se heredan entre generaciones, pero que no modifican el código genético: permiten el desarrollo de nuevas funciones y habilidades, en parte gracias a la influencia del ambiente.

De acuerdo al nuevo estudio, publicado en la revista PLoS Genetics, el cerebelo tendría un rol central en la coordinación de estas nuevas habilidades epigenéticas.

Estudios previos han indicado que el **cerebelo** tendría un papel destacado en aspectos ligados a la imaginación, la creatividad y la resolución de problemas, demostrando que es mucho más que el centro de coordinación del movimiento.

No parece descabellado entonces lo que plantea el nuevo estudio, si tenemos en cuenta que cuestiones como la cultura o el lenguaje reciben una fuerte influencia del ambiente y el entorno. Precisamente, la epigenética se encuentra moldeada por estas cuestiones externas.

En otras palabras, todo aquello que se ubica «sobre los genes», si seguimos la raíz etimológica del término, impacta directamente en las variaciones epigenéticas.

IMPACTO DEL CEREBELO EN EL APRENDIZAJE

Al parecer, a lo largo de la evolución humana han ocurrido una mayor cantidad de cambios ligados a la expresión genética y a los genes que se mantienen activos en el cerebelo que en la corteza. Esto marca una gran diferencia con el resto de los primates, en los cuales el cerebelo no presenta este papel tan significativo.

Las comparaciones y estudios realizados por los investigadores permiten concluir que la evolución cerebral del ser humano no se concentra exclusivamente en la corteza. Otras áreas como el cerebelo también han desempeñado un papel trascendental.

Por ejemplo, parte de las variaciones epigenéticas halladas en el cerebelo se relacionan directamente con las **conexiones neuronales**, que son imprescindibles en el proceso de aprendizaje.

REFERENCIA

- Comparative analysis reveals distinctive epigenetic features of the human cerebellum. Guevara EE, Hopkins WD, Hof PR, Ely JJ, Bradley BJ, Sherwood CC. PLoS Genetics (2021).

DOI:<https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1009506>

Un mundo en palabras...

Por: HERNANI ZAMBRANO GIMENEZ, Ph.D.
TOMADO DE: El carabobeño.com – 5 de abril de 2020



HERNANI ZAMBRANO GIMENEZ

Egresado de Universidad Central de Venezuela. Estudios de Postgrado en la Universidad de Stanford (USA). Profesor y Ex Director de Escuela de Educación (Universidad Carabobo, Valencia, Venezuela). Ex Director Escuela de Psicología (Universidad Arturo Michelena, Valencia, Venezuela). Asesor de Empresas y Productor Radial en Universitaria 104,5 FM (Universidad Carabobo, Venezuela). Correo Electrónico: hernaniz@yahoo.com

El ser humano es un ser de encuentros, de vincularidad, de interpretación, de entendimientos y confrontaciones; esto es lo que conlleva a la enorme diversidad de la conducta. Toda esta variación es, parcialmente, causa y efecto de la creación y utilización de las *palabras*. ¡Cada *palabra* es un símbolo que lleva contenidos asociados; que activa emociones y sentimientos! Al intervenir como procesos activos, las *palabras* mueven información, varían la existente y difunden la nueva, conformando así la base de la operatividad cerebral.

En la gramática tradicional, nos referimos a las *palabras* como cada uno de los segmentos limitados, existentes en las cadenas del habla, sean estas habladas, escritas o por señas, consideradas para la función básica y primaria de expresar ideas. Cada *palabra* es un vocablo, es una voz, es una expresión; es un real contacto. La palabra es uno de los elementos que nos hace verdaderamente humanos, y que nos distingue a los humanos de otros animales.

Los orígenes del lenguaje, y con este, de la palabra, es un misterio. La arqueología nos dice muy poco sobre este asunto. Se ha propuesto que (como profetizó Darwin) el lenguaje se inició tímidamente con los cantos, combinado con mímica e imitación de sonidos, hace unos 40.000 años, cuando los humanos empezaron a usar símbolos abstractos según evidencian las pinturas rupestres. Sin embargo, el hombre de Neandertal poseía las estructuras anatómicas necesarias para poder hablar, hace 400.000 años.

La presencia de la palabra, finalmente, ha sido el proceso de desarrollo más complejo de nuestra especie. Millones de años han debido pasar para llegar a la calidad de la palabra que tenemos hoy. Deberíamos ser más respetuosos y usar la palabra para aclarar, y no para oscurecer; para comunicarnos, y no para separarnos; y para seguir construyendo con ella, que es la base de los grandes proyectos que la humanidad ha emprendido.

El lenguaje, la palabra y el pensamiento van de la mano; pensamos, necesariamente, con palabras, para decirlo esquemáticamente: Si tenemos pocas palabras, tenemos pocos pensamientos, pero si hemos aprendido muchas palabras, tendremos una riqueza de pensamientos, con gran variedad para comunicarnos. La palabra es, de alguna manera, una expresión de nuestra relación con el mundo. El perro -creemos- no tiene lenguaje, no tiene palabras, por lo tanto, no tiene pensamientos. Nadie dice que no tenga sentimientos (celos, rabia, miedo, hambre, etc.), pero no tiene lo que se entiende por pensamiento. Es por ello por lo que nos preocupa el deterioro del lenguaje que observamos en algunos adolescentes, cuya pobreza, lejos de ser algo gracioso, simpático o gesto de rebeldía, solo expresa un preocupante vacío interior en sus pensamientos. ¡La práctica de la lectura, y con ello de las palabras, es, en ese sentido, una herramienta eficaz de promoción del lenguaje y, por ende, del pensamiento y la inteligencia!

Etimológicamente hablando, el término *palabra* deriva del latín *parabōla*. La *palabra* permite informarnos sobre lo que ocurre en nuestro tiempo presente, y a partir de esta información puede cambiar, tanto el estado anímico como las acciones que emprendamos. Estas razones han fortalecido el comentario tan usado de decir que: “*Hay palabras que mueven montañas*”. Pensemos que cuando una persona recurre a otra, o a otras, y se considera escuchado, se siente valorado y útil. Puede, entonces, contribuir a repotenciar el valor de las *palabras* que produce o escucha. Nos referimos al valor activador de la *palabra*.

Palabra puede representar, también, la promesa, el compromiso u oferta que hace una persona a otra, u otras, en forma de expresión hablada o escrita. Un ejemplo claro es cuando se dice: “*Te doy mi palabra de que todo se cambiará pronto*”. *Palabra* también se refiere al empeño que pone una persona en mostrar la verdad o confiabilidad de lo que dice o afirma; como al afirmar: “*Hoy en día, nadie cumple con la palabra que dice*”.

Es esencial comprender en profundidad la fuerza de la palabra, en las múltiples dimensiones de la vida humana; como aliada del pensamiento y como arma civilizadora. Se trata de rescatarla de su degradación creciente, y de intencionales distorsiones e, incluso, de los silenciamientos derivados de la devaluación cultural...

¡Grandioso es el mundo de la palabra humana!

La escritura cuneiforme.

TOMADO DEL BLOG:

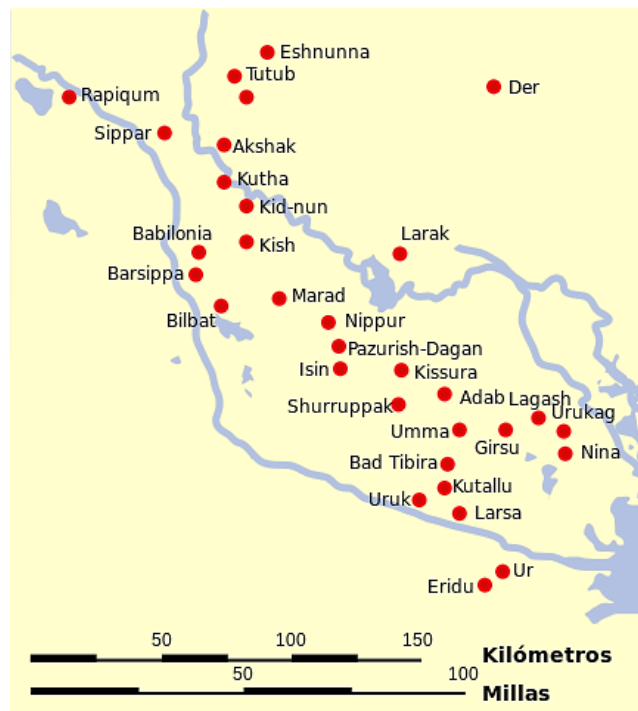
H
HISTORIAE



¿QUÉ ES LA ESCRITURA CUNEIFORME?

La **escritura cuneiforme** tuvo su origen y desarrollo en la zona de **Próximo Oriente**. Concretamente, en la región localizada entre los ríos Tigris y Éufrates. Esta región está actualmente dentro de las fronteras de Iraq, aunque en la Antigüedad se englobaba en las fronteras de **Mesopotamia**. El cuneiforme fue un sistema escrito que fue usado en muchas regiones del Próximo Oriente asiático desde finales del IV milenio a.C. hasta casi el cambio de era.

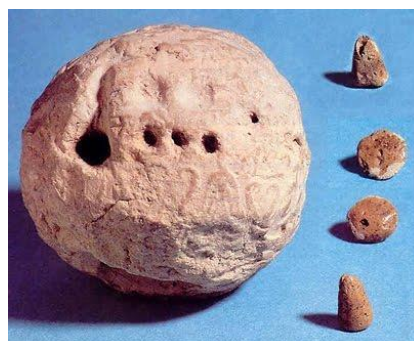
Aunque es cierto que en determinadas épocas de su historia no tenemos constancia de su uso, este hecho no significa que su empleo hubiera llegado a su fin. Probablemente, la causa de que no hayamos descubierto todavía documentación cuneiforme para ciertos periodos de su historia se debe a la carencia de los yacimientos arqueológicos en los que encontremos los soportes en los que fueron grabados, o porque, simplemente, no se han conservado hasta nuestros días.



MAPA DE LAS PRINCIPALES CIUDADES DE MESOPOTAMIA

ANTECEDENTES A LA ESCRITURA CUNEIFORME

La primera evidencia que podríamos señalar como el precedente de la escritura cuneiforme lo encontramos sobre el 6.000-5.000 a.C., bajo la forma de las llamadas “**bullas de arcilla**”. Estas «bullas» eran una de las primeras formas de contabilidad de la administración. Eran unas bolas de barro en cuyo interior se albergaban unas fichas utilizadas en el **registro de los trueques**. Esa precisamente era la función originaria para lo que se llevó a cabo la invención de la escritura. Es decir, llevar las cuentas de los intercambios comerciales para proceder a una administración más eficaz.

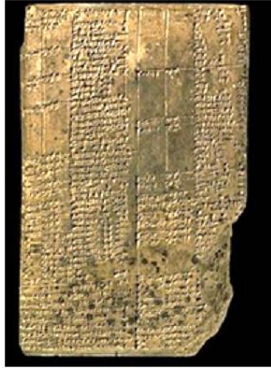


EJEMPLO DE BULLA DE ARCILLA.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESCRITURA CUNEIFORME

ORIGEN DE LA ESCRITURA CUNEIFORME

La **escritura cuneiforme** es el principal sistema de documentación escrita que se llevaba a cabo en los reinos que habitaban el Próximo Oriente, principalmente, en la región que comprendía Mesopotamia. El nombre de cuneiforme deriva del latín *cuneus*, que significa «cuña». Esto se explica en la morfología triangular en forma de cuña de los signos escritos. Estos se hacían a partir de pequeños juncos que se imprimían sobre tablas de arcilla.



TABLILLA CON ESCRITURA CUNEIFORME.

CAUSAS DE LA INVENCIÓN DE LA ESCRITURA CUNEIFORME

La **civilización sumeria** fue la primera en desarrollar la escritura cuneiforme en torno al 3300-3200 a.C. Esto fue consecuencia de la rápida urbanización, estratificación social y especialización tecnológica que se dio en estos lugares. Al mismo tiempo, la escritura cuneiforme también se vio favorecida desde un principio por diversos factores. Estos fueron el surgimiento de una nobleza que tenía el poder político, unas relaciones comerciales de larga distancia, y una distribución de mercancías a gran escala.

Todos estos factores hicieron necesarios llevar algún tipo de contabilidad de las actividades que se desarrollaban, alguna clase de registro administrativo centrado en las redes comerciales y la distribución, por lo que ahí encontramos el origen de la escritura. En sitios como Mesopotamia, la escritura era el elemento fundamental dentro de la burocracia estatal controladora de los recursos.



TABLILLA CON ESCRITURA CUNEIFORME.

LAS TABLILLAS DE ESCRITURA CUNEIFORME

La tarea de la inscripción para fines administrativos de los signos cuneiforme la hacían **escribas adiestrados**, lo que, junto al incremento del vocabulario asociado a este registro administrativo en continuo aumento, fueron las principales causas de la extensión de este sistema escrito. El aprendizaje de la escritura cuneiforme era en **escuelas de escritura**. Los jóvenes aprendices escribas tenían que aprender a hacer tablillas de arcilla planas por un lado y convexas por el otro, para después aprender a escribir a partir de la imitación de lo que escribía su maestro.



TABLILLA DE APRENDIZAJE DE UN ALUMNO DE ESCRIBA.

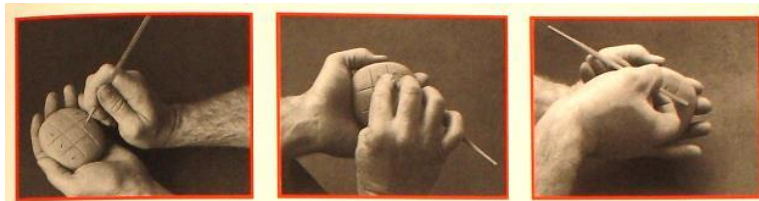
Las **tablillas** en principio eran pequeñas y más o menos cuadradas, y solo recogían un dato. Evolucionando conjuntamente con la complejidad de la sociedad y la administración, las tablillas se fueron agrandando y estructurando en columnas, sub columnas y líneas. Su forma era rectangular, más alta que ancha, y contaban con esquinas más o menos redondeadas. Los principales textos que podían copiar de los maestros podían ser proverbios, algunos tecnicismos, nombres de dioses... Una vez adiestrados, los escribas pasaban a trabajar, en centros cerámicos, textiles, astilleros, centros de transporte, aunque siendo los escribas de la **corte del rey** y los de los gobernadores provinciales los que acabaron teniendo mayor influencia.



TABLILLA CON UNA DE LAS ESCRITURAS CUNEIFORMES MÁS TEMPRANAS.

¿CÓMO ESCRIBIR EN ESCRITURA CUNEIFORME?

El **método de escritura** de los signos cuneiforme, al menos en un principio, era de carácter vertical. Como la escritura japonesa, por ejemplo, seguía un mismo patrón, y una misma posición de los materiales necesarios. Los escribas se colocaban la **tablilla de arcilla**, que podía ser más grande o más pequeña, en la mano izquierda, y sujetaban el estilete del junco con la derecha, con los dedos pulgar e índice.



PROCESO DE ESCRITURA CUNEIFORME EN TABLILLAS.

Esta posición les limitaba los ángulos en los que podían inscribir los signos, dependiendo de las posiciones que su mano derecha pudiera adoptar, por lo que no suele haber signos cuneiformes orientados hacia arriba, hacia la izquierda, o en una diagonal hacia la derecha. Empezaban a escribir en la esquina superior izquierda, y de ahí se iban moviendo hacia abajo hasta llegar al fondo.

Entonces se movían al borde superior de la columna siguiente para seguir escribiendo verticalmente. Esto lo hacían hasta que llegaban a llenar la tablilla de arcilla hasta la derecha. Entonces se volvía la tablilla del revés de manera vertical por su borde inferior. Así se comenzaba a escribir en el extremo superior derecho, de la misma manera que antes, pero siguiendo las columnas de derecha a izquierda, en vez de izquierda a derecha. El estilete con el que hacían los signos cuneiformes era mayoritariamente de caña. Esto se explica por su abundancia en las tierras pantanosas del Oriente Próximo. Al estilo de caña que se cortaba, se le adaptaba un extremo en forma puntiaguda, plana, diagonal o circular.

USOS DE LA ESCRITURA CUNEIFORME

Con la ampliación de la extensión y el uso de la escritura cuneiforme, surgen otros tipos de documentos. Diferenciados de los administrativos originales, conforman un género literario de narraciones, crónicas y relatos épicos. En este ámbito, dos de los más destacados son la epopeya de Gilgamesh y la leyenda de Ziusudra. Ambos relatos comparten el hecho de que mencionan episodios de grandes diluvios universales provocados por los dioses. Esto sirve de claro antecedente al relato del diluvio universal y el arca de Noé reflejado en la Biblia.

Otro tipo de documento no administrativo son los cuerpos jurídicos que recogen los primeros cuerpos de leyes de la Historia. Ejemplos son el código de Ur Namma (Tercera Dinastía de Ur, 2120-2000 a.C.) o el código de Hammurabi (s. XVIII a.C.).

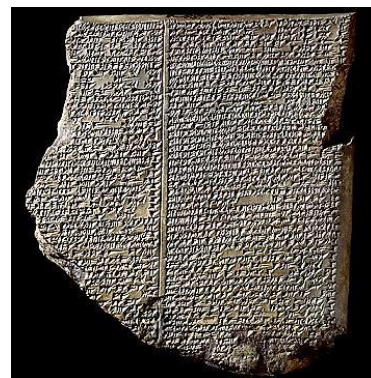


TABLA DEL DILUVIO, EN EL QUE SE ENCUENTRA PARTE DE LA EPOPEYA DE GILGAMESH.



ESTELA CON EL CÓDIGO DE HAMMURABI, EN EL MUSEO DEL LOUVRE.

BIBLIOGRAFÍA

- ASCALONE, E. (2006): Mesopotamia. Random House Mondadori, Barcelona.
- LIVERANI, M. (2014): El antiguo Oriente. Historia, sociedad, economía. Crítica, Barcelona.
- SANMARTÍN, J.; SERRANO, J. M. (1988): Historia antigua del Próximo Oriente. Mesopotamia y Egipto. Akal, Madrid.
- WAGNER, C. G. (1999): Historia del Cercano Oriente. Universidad de Salamanca, Salamanca.

"Metodología de la Investigación" como cátedras agrídulces.

Por Dr. Alexander Moreno (UCV y UPEL- Barquisimeto) - alexandermoreno2017@yahoo.com

Publicado en: [noticias-universitarias] noticias-universitarias@yahoogroups.com



FUENTE IMÁGENES:

<https://pixabay.com/es/vectors/drama-comedia-y-tragedia-teatro-312318/>
<https://pixabay.com/es/photos/estudiante-biblioteca-libros-libro-4369850/>

El desarrollo que por años y años hicimos de la asignatura MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN más que acercarnos al trabajo realmente indagatorio, nos permitió ¡jaleluya!- ejercitarnos en una materia maravillosa la cual paradójicamente es inexistente en los planes de estudios secundarios y universitarios. Tratase de LA LÓGICA ASOCIADA A LA VIDA. Es que si por excepción la asignatura LÓGICA figura en algún pensum, entonces se simplifica a través de unos contenidos plagados de infértiles ejercicios matemáticos cuyos frutos cognitivos mueren al nacer.

A través, pues, de las cátedras de METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, hicimos una suerte de prestidigitación pedagógica para, por lo menos, ejercitarnos en lógica.

En los planes de estudio de casi todas las carreras universitarias aparece en alguna coyuntura curricular la asignatura Metodología de la Investigación. En algunos casos agregan una palabra o frase adicional de cara a caracterizarla a tenor de la especialidad propia de la carrera ("educacional", "social", "en salud", en fin). Se da el caso en que la adición lleva consigo la palabra "científica" llevando ello consigo una sinceración de lo que originalmente -y por costumbre- se desea expresar... Es que con denominar la materia "Metodología de la Investigación Científica" queda más o menos claro que el trabajo indagatorio que se alude no pertenece al ámbito filosófico; tampoco al ámbito ideológico ("de cultura popular", "de interesante pensamiento rupestre"...); pertenece, sí, al campo científico. Es decir, al medio compenetrado, por un lado, con la objetivación (comprobación en los hechos reales) y por otro, con la validez (honra a una lógica asumida).

Imaginen las relativas incoherencias que lleva consigo esto de circunscribir la cosa al aspecto científico, en los casos en los cuales las carreras no encarnan una factura científica sino artística, filosófica, etc. En nuestra larga carrera docente que en la institución universitaria desarrollamos en varios países, pudimos observar las dosis de amarguras y de sentimientos de desarraigo que los estudiantes se vieron obligados a padecer con esas asignaturas, sobre todo en las licenciaturas y en los postgrados relacionados a literatura, arte, filosofía, en fin. Recordamos la expresión que una alumna de la carrera de Literatura nos expresó... "Pero profesor, ¡no me interesa estar midiendo variables a punta de fríos procedimientos estadísticos y sociológicos; lo que deseo es meter profundo mi corazón y mi cabeza en la obra literaria de los más representativos escritores de Hispanoamérica!".

Imaginen ustedes, además, las relativas incoherencias que lleva consigo la asunción de estas materias en los casos en los cuales las carreras que aun poseyendo un insoslayable corte científico, como la matemática por ejemplo, dirigen no obstante su atención preferencial a la dimensión de lo abstracto (lo pensamental) y no necesariamente a lo real. Como se puede advertir, la matemática hace de la realidad objetiva apenas un pequeño rincón en lo que es su gigantesco campo. Éste es la inmensidad de lo que el pensamiento pueda hacer por vía deductiva implicando en tal acción teórica, virtualidad, pasos lógicos, validaciones. La matemática premia lo coherente. Cuando en su movimiento aparece lo verificado, entonces el asunto se torna en científico natural, científico social...

Si bien es cierto que las materias que comúnmente se denominan "Metodología de la Investigación" o de formas parecidas sugieren pensar que -en los buenos casos- propenden a que el estudiante se apropie de los procedimientos mediante los cuales pueda efectivamente hurgar alguna coyuntura de la realidad objetiva y a final de cuentas producir conocimientos que la expliquen coherentemente, conveniente resulta en estos tiempos pensar que está planteado una revisión profunda tanto de sus contenidos (elemento ontológico) como de sus objetivos (elemento teleológico).

- Cuando se alude a métodos de investigación... ¿a qué se hace referencia?
- ¿Es acaso el método hipotético-deductivo (es decir, el de las hipótesis, medición cuantitativa de variables y de relación de éstas por vía preferentemente estadística) el que por antonomasia se debe seguir preponderando en esas asignaturas?
- ¿Satisface la literatura con la que hoy en día se cuenta sobre el método de la matemática (el abstracto-deductivo), para que el estudiante de pre y postgrado "navegue como pez en el agua" en materia indagatoria?
- ¿Se está hoy por hoy trazando una tradición de usar con atención y sentido crítico, elementos instruccionales tan importantes como aquellos métodos que se desprenden de la teoría general de sistemas, la racionalidad dialéctica, entre otros?

UN TESTIMONIO ADICIONAL PARA CONCLUIR ESTE ARTÍCULO...:

- Más acá o más allá de las vicisitudes que vivimos por tantos años como docente universitario de esta materia Metodología de la Investigación, hay un diamante que podemos asir dentro del desordenado y heterogéneo tumulto de piedras residuales que vino quedando dentro del colador. Tal diamante es que al calor de propender a que los alumnos eligieran un problema y una hipótesis susceptibles a ser procesados por el "sacrosanto" método hipotético-deductivo y trabajar sobre el asunto, afloraba con asiduidad y con nitidez una puerta abierta. Tal puerta abierta fue el movimiento de pensamiento lógico que arrojó la brega que desarrollamos con el método de investigación científica denominado *hipotético deductivo*. Sí. En cada coyuntura del proceso de comprender el ordenamiento del método, se hacía necesario que las leyes de la no-contradicción afloraran. Incluso... No eran escasas las ocasiones en las cuales surgía la necesidad de usar modelos lógicos más adelantados, como el de la contradicción (todo lo cual representa el modelo dialéctico de pensamiento). Ello sobre todo cuando se hacía necesario confrontar la información puntual y fáctica que sobre el problema estudiado se obtenía por vía hipotético-deductiva, con la información que sobre las determinaciones globales del correspondiente problema, se obtenía por vía especulativa, teórica.
- Asumimos por antonomasia una cátedra de lógica al fragor del desarrollo orgánico de la cátedra de Metodología de la Investigación. Probablemente fue la mejor de las vías...

Comentario del profesor Absalón Méndez (absalonmendez@hotmail.com) sobre este artículo en [noticias-universitarias] noticias-universitarias@yahogroups.com.

Apreciado y muy distinguido profesor Alexander Moreno. Gran gusto saludarlo. He leído su interesante artículo y su contenido me ha hecho recordar una lectura realizada hace mucho tiempo, ya no preciso la obra que la contenía, en la que se establecía una clara diferenciación entre metodología, método y procedimientos y técnicas de investigación. Por metodología, el autor, entendía una cosmovisión de la realidad, una posición o una concepción de la realidad desde la cual se estudia-indaga lo que en ella acontece, digamos, idealismo-materialismo. Por método o métodos, como su etimología lo define, los caminos a seguir por quien indaga en la realidad; y, por procedimientos y técnicas, las herramientas de las cuales se vale quien indaga en la realidad. Es verdad que la literatura, llamémosle científica, habla de métodos de investigación, del método científico, y, más aún del nacimiento de una nueva profesión, el metodólogo; pero, el verdadero método de investigación, sus procedimientos y técnicas, los construye quién investiga, por eso es risible que tengamos docentes de metodología de la investigación sin investigación realizada, es decir, sin obra de investigación, con lo cual la metodología de investigación pasa a ser un discurso simplemente, algo, así, como dice el refrán popular, "hagan lo que yo diga, no, lo que yo haga". Razón por la que la metodología de la investigación se convierte en un recetario, en algo insustantivo, en una repetición de lo que, a algún metodólogo, un buen día se le ocurrió ordenar un conjunto de ideas (protocolo de investigación) y desmenuzar sus partes constitutivas (metodología de la investigación). Siempre me había preguntado: ¿cómo se realizan las investigaciones en el arte, la filosofía, la literatura, etc.?, ¿cómo cabe en ellas la aplicación del método científico?, ¿cómo fueron realizadas las grandes obras de la filosofía antigua, la filosofía griega, obras clásicas de la humanidad?, ¿cómo aplicarles a estas grandes obras los cánones que hoy se enseñan como metodología de la investigación? Y, mil preguntas más. Hoy, Sócrates, Platón, Aristóteles y otros filósofos de la antigüedad; también, Engel, Marx, Kant, Keynes, por citar algunos nombres, serían reprobados por los metodólogos, pues, en sus grandes obras, no es fácil encontrar, planteamiento de problema, objetivos, hipótesis, marco teórico-referencial, marco legal, marco histórico, marco metodológico, población-muestra, indicadores, etc., etc. Menos es dable encontrar tantos centímetros de margen superior, tantos de margen inferior, tantos a la derecha, tantos a la izquierda, el título debe llevar tantas palabras, los verbos a utilizar, tamaño y tipo de letra, etc., etc. Apreciado profesor Moreno, siempre aprendo un mundo de sus lecturas, de sus reflexiones, hoy, he aclarado muchas cosas y como resultado de esa aclaratoria o, seguramente, mayor confusión, le envío esta breve reflexión para su análisis. Mis respetos. Absalón Méndez Cegarra.

Manifiesto por una educación transformadora y emancipadora. 25 principios y propuestas (+ uno). (Relacionado con la educación en España)



Versión del artículo original de JUAN JOSÉ CALDERÓN AMADOR

Foro de Sevilla

Tomado de la revista:

SeS #T5eS **emergencia y esclavitud digital**
16 de noviembre de 2020

Enviado vía Twitter por profesor Nicolás castillo Espinoza – Universidad de Carabobo



«Shambala y los peces», por Manuel Pérez Báñez [@ManuElpielRoja].
Colaborador de la revista #T5eS **Emergencia y Esclavitud Digital**.

Hoy traemos a este espacio un manifiesto, en este caso *Manifiesto por una educación transformadora y emancipadora. 25 principios y propuestas* “Por «El Foro de Sevilla. Por otra política educativa» lo firman: Jordi Adell, Rocío Anguita, Jaume Carbonell, Enrique J. Díez, Isabel Galvín, Rodrigo, J. García, José Gimeno Sacristán, Francesc Imbernon, Javier Marrero, Jaume Martínez Bonafé, Montse Milán, Carmen Rodríguez, Julio Rogero, Francesca Salvà y Juana M^a Sancho... y que nos presentan así:

Este documento es una continuidad del “Manifiesto por otra educación en tiempo de crisis” publicado la pasada primavera, cuando vivíamos momentos de excepcionalidad e incertidumbre tras el confinamiento y el retorno parcial a las aulas. Como en aquella ocasión se hacen públicos intenciones y propósitos considerados de interés general para el cambio y la mejora de la educación con el propósito de someterlas a la reflexión, crítica y debate público.

Hoy, tras un inicio de curso complicado, que ha requerido un gran esfuerzo por parte de la comunidad educativa, parece que la situación se va normalizando dentro de esta anormalidad pandémica. Pero no queremos que esta crisis e incertidumbre legitime una normalidad pedagógica y escolar cuestionada desde hace tiempo. Las crisis son oportunidades para revisar el sentido de lo que se hace y para abrir nuevas ventanas de posibilidades para renovar y transformar la educación. No las desaprovechemos, porque el miedo y la falta de reflexión son los mejores aliados de la involución educativa. Nuestro manifiesto, más allá de las urgencias del día a día, que por supuesto hay que atender, trata de ir más allá de esta coyuntura actual, del presentismo, para plantear otras urgencias de futuro igualmente necesarias. Para alzar el vuelo del debate y para pensar otra educación que abra caminos hacia la esperanza, hacia la utopía.

- 1. La educación como proyecto humanizador.** Porque es sensible a los conflictos sociales, desigualdades, injusticias, emergencias climáticas y desafíos de la humanidad. Pone el énfasis en valores como la solidaridad, el apoyo mutuo y la cooperación, y en la sensibilización y cumplimiento escrupuloso de los derechos humanos y sociales. Frente al consumo insaciable contraponen un consumo responsable y progresivamente decreciente. Frente a la competencia por el éxito individual busca la solución colectiva de los problemas cotidianos. Y frente a la indiferencia ante el sufrimiento humano activa la empatía y la compasión. Sin perder nunca el horizonte de la transformación educativa y la emancipación social.
- 2. El derecho a la educación de todas y todos.** Que hace posible su acceso en los distintos tramos del sistema educativo con la misma oferta de calidad y el logro de éxito para todos y todas mediante las medidas y ayudas necesarias. Por ello hay que evitar los guetos y la segregación escolar que se generan dentro de la escuela privada y también dentro de la red pública y en ciertos modos de funcionamiento de esta red. El gran reto es lograr que se garantice la equidad, hacia la que se avanza no a través de una carrera competitiva sino de una cooperación inclusiva.
- 3. La escuela inclusiva e incluida.** Atiende la más amplia diversidad del alumnado en un mismo espacio, evitando cualquier tipo de discriminación en función de la clase social, la etnia y cultura, el género o la diversidad funcional. En este sentido cabría plantear el avance en un proceso gradual de superación del actual modelo dual de centros de educación especial y centros ordinarios y de otras modalidades externas de escolarización en la red pública, incorporando los profesionales y recursos de esos centros para asegurar que el reconocimiento de la diversidad no derive en desigualdad. Es importante atender la mirada del sujeto para ver cómo vive y se beneficia de la inclusión.

4. **La escuela pública comunitaria como servicio esencial.** Protege y enriquece el bien común, así como el sentido democrático y comunitario. En consecuencia, evita cualquier medida o proceso de privatización. Garantiza el pluralismo democrático y para ello se dota de mecanismos de diálogo, participación y control. El derecho a la elección de centro — una falacia que encubre la preferencia de selección — no hace más que reproducir la diferenciación y segregación social. La mejor opción es la escuela pública de proximidad, estrechamente vinculada a su comunidad local.
5. **Un currículum de mínimos.** El currículum, en tanto que selección del conocimiento valioso, está sometido a constantes tensiones ideológicas en función de las relaciones de poder. Entendemos que a las administraciones educativas les corresponde fijar un marco curricular amplio y flexible, definiendo los saberes básicos imprescindibles, pero no les compete regular su implementación. Corresponde a los centros su desarrollo, adaptación y concreción, a través de proyectos, ejemplificaciones y metodologías, poniendo el foco en la educación integral y en la personalización del aprendizaje.
6. **Un currículum que atiende las urgencias.** Sociales, culturales, económicas y ecológico-ambientales, facilitando esquemas comprensivos que permitan interpretar y actuar sobre la realidad. De ahí la necesidad de un currículo ecosocial, feminista, antirracista y antifascista, atento a la denuncia de todas las situaciones de precariedad y que atentan contra el respeto y la dignidad de la vida humana y los derechos humanos. En este sentido, ha de ir incorporando tanto las experiencias cercanas del alumnado como las reivindicaciones de los colectivos y movimientos sociales.
7. **Un currículum emancipador que incorpora la común y lo diverso.** Compagina el tratamiento y el respeto hacia las diversas identidades de los pueblos con la también necesaria fraternidad universal que se asienta en una sola comunidad con valores, derechos y deberes compartidos. Integra lo local con lo global, así como la cooperación y solidaridad con el entorno próximo y el lejano.
8. **Un currículum que recoge la memoria histórica democrática.** El conocimiento sobre el pasado supone un aprendizaje colectivo para evitar nuevas barbaries. Una memoria que rescate del olvido los silencios y tergiversaciones en torno a la violencia y la represión franquista organizada durante la Guerra Civil y la dictadura. Una memoria que rescate la verdad, la justicia y la reparación de las víctimas.
9. **Una escuela con certidumbres para afrontar la incertidumbre.** Ante un mundo tan acelerado e imprevisible, que se sostiene cada vez más en la precariedad y vulnerabilidad humana, se hace preciso educar en y para la incertidumbre. Pero para no dejar la escuela en la intemperie sería conveniente introducir pequeñas y grandes certezas cotidianas a partir de la fraternidad colectiva, la convivencia positiva y el acompañamiento docente.
10. **El sentido de la experiencia de aprendizaje.** Lo que ocurre dentro de cada escenario de aprendizaje, de modo explícito o inconsciente, produce significados y modelos de acercamiento a la realidad. La escuela democrática atiende los deseos y necesidades del alumnado, tras observar de manera atenta y continua cómo aprende y qué significado social le da a su experiencia de aprendizaje. A partir de ahí se eligen las intervenciones, metodologías, actividades, recursos y materiales curriculares más adecuados.
11. **La cultura está en el territorio.** La adquisición del conocimiento se expande en todo el territorio: en el medio natural y urbano, en todos aquellos espacios de aprendizaje y socialización: actividades extraescolares, equipamientos y ofertas culturales, medios de comunicación y redes sociales,... La escuela transformadora trata de darle sentido e integra dentro del currículo, de forma común y personalizada, a todo lo que se aprende dentro y fuera del aula. Se trata de educar en la vida y para la vida.
12. **El conocimiento integrado y globalizado.** La transformación educativa cuestiona radicalmente la lógica tradicional de la fragmentación curricular y apuesta por el diálogo y la integración de saberes y asignaturas que ensanchan y enriquecen el campo de conocimiento: lo hacen más situado, relevante y profundo. Las propuestas globalizadoras — como el trabajo por proyectos — exige el trabajo interdisciplinar y transdisciplinar entre el profesorado del centro y de otros profesionales y agentes del territorio.
13. **El pensamiento crítico.** Es el que interroga, repiensa y cuestiona el orden establecido. Al propio tiempo, facilita herramientas para el análisis de la realidad, mediante el diálogo y la confrontación de puntos de vista, para la comprensión de un mundo complejo y cambiante. El dominio de los diversos códigos del lenguaje, así como el análisis crítico de los medios de comunicación, capacitan para la búsqueda de la verdad y para la comprensión de cualquier realidad.
14. **Educación pausada.** La escuela debe blindarse ante la celeridad de los cambios y la presión que existe ante la exigencia del rendimiento para la obtención de buenos resultados académicos. Se requiere sosiego y lentitud, tanto para respetar la singularidad y el ritmo de cada sujeto, como para asimilar los conocimientos adquiridos. Con frecuencia, menos es más.
15. **Evaluación para la mejora del aprendizaje.** En una educación emancipadora no cabe la competitividad, la calificación, la repetición y la clasificación. Lo sustantivo no es la evaluación del aprendizaje sino para el aprendizaje, para que el alumnado pueda seguir progresando. Tampoco caben las evaluaciones de estándares de competencias medibles, sobre todo cuando simplifican su complejidad conceptual y se orientan a fines economicistas. La alternativa consiste en priorizar la evaluación formativa, continua y cualitativa por encima de la cuantitativa, y el proceso antes que los resultados.
16. **Centro de investigación y Desarrollo Curricular.**
17. Para **promover el debate en torno al currículum** sería interesante contar con este organismo de ámbito estatal, de carácter independiente y plural, con el propósito de promover la innovación y el cambio curricular ligado al perfeccionamiento docente y la mejora de la calidad de la enseñanza. Entre sus tareas más concretas estarían las de recoger, evaluar, inventariar y difundir las investigaciones y elaboraciones de proyectos y materiales curriculares promovidos por el propio profesorado en los centros, así como la recopilación y análisis de antiguas y nuevas experiencias.
18. **La educación como conversación.** Con uno mismo, con los demás, con el entorno, con la fragilidad, con los límites, con lo impredecible. La conversación, la pregunta y el debate dialógico enriquecen las relaciones entre las personas, las conexiones con los saberes y los vínculos con la comunidad. Y fortalecen también el entrenamiento democrático, el razonamiento, la argumentación y el pensamiento crítico.

19. **El cuidado mutuo.** Se trata de trabajar en la perspectiva del apoyo y el cuidado mutuo entre los distintos actores de la comunidad educativa: alumnado, profesorado, personal no docente, familias, etc. para la obtención de un mayor bienestar individual y colectivo. De poner el foco en la atención del otro (de las otras personas) a partir de una convivencia pacífica, compartiendo experiencias y saberes. La biopolítica del cuidado y la compasión son especialmente necesarias en situaciones como las actuales de especial fragilidad y vulnerabilidad.
20. **Autonomía de centro.** La escuela democrática dispone de cierto grado de competencia e iniciativa para tomar decisiones respecto al desarrollo y concreción del currículum, la elaboración de proyectos, la organización del centro y su inserción en proyectos comunitarios de territorio. Para construir sus propias señas de identidad. Pero es imprescindible controlar que esta autonomía y diversidad pedagógica garantice siempre los derechos humanos y la calidad de la enseñanza y no derive en una competencia intercentros, y en una diferenciación y segregación. Por otro lado, la administración educativa debe proteger esta autonomía con la asignación de los recursos necesarios.
21. **Escuela unificada.** La formación del alumnado requiere un proyecto integrador que asegure la continuidad y coherencia educativa entre la educación infantil, primaria y secundaria obligatoria. Ello evita rupturas bruscas en el cambio de etapa, así como modelos e incluso finalidades educativas contrapuestas. Requiere un trabajo en equipo entre el profesorado de los diversos niveles, una cultura común y la equiparación de las condiciones de trabajo. En algunos lugares funcionan los Instituto-Escuela que van en esta dirección.
22. **Transformación de patios y espacios escolares.** Algunos centros ya están sustituyendo el tradicional patio-cuartel, la típica pista de cemento, por el patio-jardín, un entorno más verde y con mayores oportunidades para el juego libre y en equipo, la aventura, la convivencia y el aprendizaje. La remodelación de espacios exteriores e interiores, creando otros lugares de encuentro e intercambio además del aula, pensados pedagógicamente como los patios inclusivos, coeducativos y ecológicos responden tanto a criterios saludables y medioambientales como a razones pedagógicas.
23. **Democracia participativa radical.** Más allá de la mera representación o de la defensa corporativa. Con una activa y sostenida participación de todos los actores de la comunidad educativa de una forma proporcional real — alumnado, profesorado, madres y padres,... — en estos tres ámbitos: aula, centro y territorio, mediante organismos como la asamblea de aula, el consejo de delegados y delegadas, el consejo municipal de infancia o el consejo educativo de pueblo, barrio o ciudad.
24. **Funciones y compromisos del profesorado.** Se requiere, ante todo, acompañamiento y tutorización docente intensivas para orientar al alumnado en sus procesos inclusivos, de desarrollo integral y de aprendizaje grupal y personalizado. También una constante reflexión sobre la práctica, el trabajo en equipo cooperativo y la implicación en el proyecto educativo comunitario. Por otro lado, el profesorado tiene un compromiso ético y emancipador, con la transformación educativa y la emancipación social. No se puede ser revolucionario en la calle y conservador en el aula, o al revés.
25. **Derecho a la desobediencia.** Entendido como un derecho legítimo que supone el incumplimiento de leyes y normas que se consideran injustas, abusivas o inútiles. Se ejerce, por ejemplo, cuando se infringen derechos humanos que afectan a la libertad de expresión o a la justicia social. Cuando la sobrecarga de tareas administrativas y burocráticas acaban colonizando los centros. O cuando algunas políticas y decisiones sobre el currículum o sobre la gestión del centro suponen una involución educativa.
26. **Pedagogía de la presencia.** Es el único tiempo y espacio donde se construye una relación humanizada, donde es posible la conversación espontánea, la manifestación de todos los lenguajes, el aprendizaje situado y profundo y, en definitiva, el proceso de socialización. Por supuesto que el profesorado ha de ser competente en el dominio de las TIC, pero el aprendizaje online a distancia no es un modelo educativo sino un mero recurso de aprendizaje. De ahí la importancia de priorizar y profundizar en la pedagogía de la presencia.

Somos conscientes que estos 25 puntos (más uno) parten de un posicionamiento concreto. Pensamos que hay principios y propuestas que apuestan por la renovación pedagógica, otras lo hacen por el empoderamiento democrático radical y otras son netamente anticapitalistas. En cualquier caso, se trata de un manifiesto que, a partir nuestras diferencias y coincidencias, puede ayudarnos a pensar y construir juntos y juntas lo que queremos de la educación. Porque otra educación es más necesaria que nunca, y también posible.

Max Weber: sociología, ideales e ideologías.

En: Max Weber, *La "objetividad" del conocimiento en la ciencia social y en la política social* (Edición de Joaquín Abellán), Alianza, 2009, pp. 65-85.

Enviado por Luis Montes montluis@gmail.com a [Noticias Universitarias].

COMENTARIO DE LUIS MONTES: El texto *La "objetividad" del conocimiento en la ciencia social y en la política social* fue publicado por Max Weber en 1904 en la *Revista de ciencia social y de política social (Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik)*. Revista de la que era editor junto a Werner Sombart y Edgar Jaffé. Dicho texto es considerado como uno de los "escritos fundacionales de la sociología contemporánea". Presenta, en lo fundamental, la concepción de Weber sobre la ciencia social. Presentamos un fragmento.

“La primera pregunta que suele hacerse cuando aparece entre nosotros una revista de ciencias sociales y, sobre todo, de política social, o cuando entra un comité de redacción nuevo, es cuál es su ‘tendencia’. Tampoco nosotros podemos sustraernos a esta pregunta y la vamos a abordar aquí... con un planteamiento algo más profundo. Tendremos de esa manera la ocasión de arrojar luz sobre la peculiaridad del trabajo de las ‘ciencias sociales’ en el sentido en que lo entendemos nosotros, luz que, si puede no ser útil para el especialista, si lo es sin duda para el lector poco familiarizado con el trabajo científico, aunque se trate de ‘cosas evidentes’, o quizá más bien porque se trata de cosas evidentes.

Desde su fundación, el fin expreso del *Archiv [Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik]* ha sido, además de ampliar nuestros conocimientos sobre la ‘situación social de todos los países’ -es decir sobre los hechos de la vida social-, formar *el juicio sobre problemas prácticos* de la sociedad y, por consiguiente, el análisis crítico de la política social en la práctica, incluyendo la crítica a la práctica desarrollada por los órganos legislativos -en la muy modesta medida en que este fin pueda ser realizado por científicos particulares. A pesar de ello el *Archiv* se ha mantenido firme desde el principio en querer ser una revista exclusivamente científica, trabajando sólo con *investigaciones científicas*, y así surge la pregunta de si realmente se puede conciliar aquel fin con su limitación a estos últimos medios. ¿Qué significa que el *Archiv* permita en sus páginas que se juzguen medidas legislativas y administrativas y las propuestas prácticas para esas medidas? ¿Cuáles son las normas para esos juicios? ¿Qué validez tienen los juicios de valor que emita un evaluador, por ejemplo, o las que ponga un escritor a la base de las propuestas que haga? ¿En qué sentido se encuentra sobre *terreno científico*, ya que la característica del conocimiento científico ha de basarse en la validez ‘objetiva’ de sus resultados como verdad? Primero vamos a exponer nuestra posición sobre esta cuestión para plantear luego la otra pregunta de en qué sentido hay realmente ‘verdades objetivas’ en las ciencias de la cultura. Es una pregunta que no se puede eludir, a la vista de los cambios constantes y de la enconada lucha en torno a los problemas aparentemente más elementales, el método de trabajo y el método de construcción de conceptos y de validez de éstos. Ahora no vamos a ofrecer soluciones, sino a mostrar problemas a los que precisamente nuestra revista tendrá que dedicar su atención para estar a la altura de su tarea actual y futura. [...]

Evidentemente los editores de la revista no pueden prohibir de una vez por todas a sus colaboradores ni a sí mismos expresar en juicio de valor los ideales que los animan. Pero de esto se derivan dos obligaciones; en primer lugar, la obligación de hacer notar siempre a los lectores y a uno mismo cuáles son los criterios con los que se miden la realidad y desde los que se deduce su juicio de valor, en vez de engañarse sobre el conflicto que existe entre los distintos ideales mezclando de manera imprecisa valores de distinta índole y queriendo ‘ofrecer algo a todo el mundo’, como sucede con demasiada frecuencia. Si se cumple estrictamente este deber, entonces una toma de posición entonces no sólo no puede resultar dañina para la ciencia, sino que es útil, o realmente necesaria: en la crítica científica de propuestas legislativas o de otro tipo, la explicación de los motivos del legislador no puede hacerse muchas veces de forma clara y comprensible más que *confrontando* los valores que subyacen en esas propuestas con *otros valores*, y nada mejor que confrontarlos con los valores de uno mismo. Un juicio racional sobre la *opción* de otra persona sólo puede consistir en una crítica realizada desde ‘la concepción del mundo’ de uno mismo, una lucha contra el ideal del *otro* desde el campo de un ideal propio. [...]

Por lo tanto, en las columnas de la revista se va a hablar inevitablemente, además de *ciencia social* -el sistema conceptual de los hechos-, de la *política social* -la exposición de ideales-, en concreto cuando se comenten las leyes. Pero nosotros no pensamos poner esas discusiones como *ciencia*; y por ello, la segunda obligación de la imparcialidad científica es explicarles a los lectores en esos casos (y, sobre todo, ¡a uno mismo!) *cuándo* deja de hablar el investigador y comienza el hombre que expresa sus deseos, *cuándo* los argumentos se dirigen al entendimiento y *cuándo* al sentimiento. La continua mezcla de explicación científica de los hechos y de razonamiento valorativo es, sin duda, una de las características más extendidas del trabajo en nuestra especialidad, pero también una de las más perjudiciales. Contra esta *mezcla* van dirigidas las observaciones precedentes y *no en contra* de que uno haga manifestación de sus propios ideales. ‘Objetividad’ científica y ausencia de *convicciones* no tienen ningún parentesco entre sí. La revista no ha sido, ni lo va a ser al menos según nuestra intención, un lugar donde se polemice contra determinados partidos políticos y políticos-sociales ni tampoco un lugar en el que se haga propaganda a favor o en contra de ideales políticos o político-sociales; para eso hay otros órganos. La singularidad de la revista ha consistido desde el principio, y consistirá también en el futuro, en cuanto dependa de los editores, en que en ella coincidan para un trabajo científico rivales políticos acérrimos. No ha sido hasta ahora un órgano ‘socialista’ ni en el futuro va a ser un órgano ‘burgués’. No excluye de sus colaboradores a nadie que se *sitúe* sobre el suelo de la discusión científica. No puede ser una palestra de ‘refutaciones’, de réplicas y dúplicas, pero tampoco protege a nadie -incluidos sus colaboradores y sus editores- de quedar expuestos en sus columnas a la más dura crítica científica imaginable. Debe quedar fuera quien no pueda soportar esto o quien sea de la opinión de no colaborar, ni siquiera en el ámbito del conocimiento científico, con gentes que trabajen por otros ideales distintos a los suyos.”

Dos reflexiones sobre el papel de la religión.

Karen Armstrong: “Hoy todo es yo, estamos llenos de yo”.

Versión del artículo original de JUSTO BARRANCO

TOMADO DE: La Vanguardia



LA BIBLIA DE GUTENBERG. LA IMPRENTA FUE UNA ENORME REVOLUCIÓN: KAREN ARMSTRONG DICE QUE LUTERO NO HABÍA VISTO UNA BIBLIA ENTERA, ESTABA EN DIFERENTES MANUSCRITOS. CRÉDITO IMAGEN: ANN JOHANSSON / GETTY.

Si la sociedad moderna ha convertido las escrituras sagradas en arma arrojadiza y en fósiles, en testigos inamovibles de un mundo que ya no es el nuestro, la historiadora de las religiones Karen Armstrong subrayó que, antes de que la modernidad las congelara, eran algo muy práctico y dinámico. Las escrituras sagradas eran una forma de arte, que se cantaba, salmodiaba e interpretaba –poca gente sabía leer–, y que llamaba a la acción en el mundo y no buscaba una deidad distante, sino una humanidad mejorada. Una mejora que no consistía en ser más jóvenes, brillantes y carismáticos, como hoy, sino en conectar con una realidad última y verdadera, se llamara *rtā*, *Brahman*, *Dao*, *nirvana*, *Elohim* o *Dios*. Una *Realidad* que, señaló, poco tiene que ver con el ser que el Occidente moderno ha colgado en el cielo observándonos.

La ganadora del Premio Princesa de Asturias de Ciencias Sociales en 2017 publicó en 2020 *El arte perdido de las escrituras* (Paidós), un libro fascinante que va del relato bíblico hebreo de Adán y Eva –inspirado en motivos mesopotámicos, como también el del Diluvio– a Grecia, China, India, Mahoma e incluso al *Así habló Zaratustra* de Nietzsche, autor quien, sonrió, “aspiró a convertir su libro en la nueva Biblia pero no creo que nadie entendiera una palabra”. Un recorrido por la escritura sagrada de los diferentes tiempos y zonas y sus rituales, a veces más importantes incluso que la escritura, porque, dijo, implican al cuerpo. Un recorrido en el que finalmente el logos, la razón, el Occidente moderno, ha desechado a un mito que aún necesita.

“Antes de que las fosilizara la modernidad se hacía que las escrituras sagradas hablaran aquí y ahora”.

Armstrong, que fue monja católica en su juventud y luego se graduó en Oxford y arrancó un proyecto de largo aliento, el estudio de las grandes tradiciones religiosas, contó en Barcelona que comenzó a escribir su nuevo libro porque le interesaba “cómo las escrituras sagradas eran originalmente interpretadas más que leídas. Muchos no las veían como textos. Eran cantadas, representadas, y el sonido era muy importante. Recordaban las palabras de la escritura con la música de los cantos, igual que recuerdas una canción más fácilmente que una tesis”.

Pero poco a poco aparecían nuevos temas: “Me intrigó descubrir que hasta el periodo moderno nadie miraba atrás a las escrituras para decir <<debemos volver a la iglesia primitiva o a los días de Buda a buscar los primeros sentidos>>”. Por el contrario, apuntó, las escrituras sagradas de las diferentes tradiciones “eran una forma de arte, creativas, se esperaba que encontraras en ellas algo nuevo que hablara a tus circunstancias de aquí y ahora. Incluso si significaba cambiar las palabras de las escrituras”. Pero, señaló, en el periodo moderno temprano, con gente como Lutero, que quería volver a la Iglesia primitiva, comienza el cierre de las escrituras. “Y los occidentales lo acabamos exportando a otras partes del globo con nuestros imperios. Los saudís, así, quieren volver al siglo VII. No pueden, somos del siglo XXI. Eso distorsiona la fe, que debe estar abierta al dolor del mundo, hemos de poder implementar el mensaje de compasión de todas las escrituras en nuestro propio tiempo”.

Por supuesto, sonrió la historiadora, “cuando estos textos fueron escritos, nadie sabía que está creando las *Escrituras*, es más tarde cuando los textos son canonizados. Las *Analectas* de Confucio tomaron 200 o 300 años para ser compuestas, la gente añadía cosas que ponía en labios de Confucio”. Y, evoca, “los evangelios de Jesús fueron escritos 40 años después de su

muerte, algunos, como el de Lucas, a inicios del siglo II”. “No intentan escribir historia de Jesús, piensan qué diría si estuviera aquí y ahora. Son historias que no sucedieron pero tenían un sentido y nos recuerdan cuál es. Las parábolas son un ejemplo evidente, pero también cada evangelio tiene un mensaje distinto. Ninguno es históricamente verdad en el sentido que le daríamos hoy, cada uno tiene sus objetivos según lo que su comunidad necesita”.

Por ejemplo, Mateo, explicó, “está muy preocupado por enfatizar que Jesús no sólo vino para los judíos sino también para los gentiles y hace que vengan los reyes magos de Persia a adorarlo. Lucas quiere enfatizar que vino para los pobres y los oprimidos, y hace que los pastores sean los primeros en saber del Mesías. Marcos escribe tras la destrucción por los romanos del templo de Jerusalén y la crucifixión de cientos o miles de judíos. Es el primero que describe lo que sucede en la cruz, pero no es algo histórico, coge trozos de escrituras, salmos. No sabemos lo que le sucedió a Jesús. Los primeros cristianos no hablaban de su muerte. Él quiere enfatizar que es un Mesías que sufre. Luego todo esto lo hicimos canónico y sacamos doctrinas que Jesús nunca habría pensado. Unas mejores que otras”.

Pero todas las escrituras sagradas, afirmó, “insistían en que no se trataba sólo de agarrarte a tu espiritualidad para ti, sino que debías actuar. Incluso Buda, al que siempre ves en posición de yogui, de meditación, les decía a sus monjes que para iluminarse debían volver a la plaza del mercado, a la confusión de los asuntos humanos, y buscar soluciones para acabar con el sufrimiento del mundo a su alrededor. Todas las escrituras acentúan el papel de la compasión, de la regla dorada. Aunque son documentos humanos y todas tienen un cierto elemento de violencia porque somos una especie muy violenta. Nos reflejan a nosotros tanto como lo divino”.

También tienen todas en común, dijo, su trascendencia, “ir más allá de lo que podemos pensar y conocer”. “Nuestro cerebro está dirigido a tener momentos en los que sentirnos profundamente tocados en nuestro interior y elevados más allá de nosotros. Lo vemos en el arte, la danza, la música, el sexo, buscamos experiencias trascendentales. Pero la trascendencia es ir más allá de lo que podemos pensar y cuando la queremos domesticar y hacer de Dios una persona en el cielo, es un ídolo. Tomás de Aquino dijo que Dios no existe, no es una de las cosas que existen. Si a Buda le hubieran preguntado qué es el nirvana habría dicho que no lo sabía, como no podemos decir lo que te hace una pieza de música. Tenemos tendencia a arruinar la trascendencia, y cuando perdemos contacto con ella perdemos el sentido de que cada ser humano es potencialmente sagrado. Los hindús cuando encuentran al otro unen sus manos y se inclinan reconociendo la divinidad que ven en él. Hoy no vemos mucho que cada persona es un misterio y una maravilla. Categorizamos a la gente, la psicoanalizamos, nos quejamos de ellos pero no actuamos: Londres es rica pero el 25% de londinenses viven en la pobreza, y no oigo al Gran Rabino ni al arzobispo de Canterbury hablando de ello”.

Y, concluyó, las escrituras coinciden también el vaciado del yo, pero es difícil hoy, “tan llenos de nosotros mismos. Buda inventa la meditación como disciplina para que sus monjes vean que el yo del que estamos tan orgullosos no existe, que cambia la mente cada segundo, el yo es una miríada de impresiones. Hoy el yoga es para relajarnos, todo es yo. Nuestra obsesión por la salvación es preservar el ego en condiciones óptimas en vez de perderlo y estar más plenos”.

Marx y la crítica de la metafísica (o el motor de toda crítica).

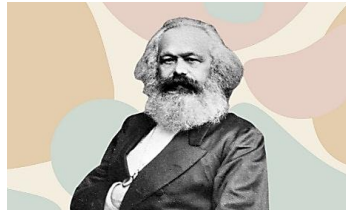
Entender la filosofía del XIX es imposible sin comprender la crítica de la religión de Marx. Pero, además, comprender la base de su pensamiento ayuda a entender todo lo que ha ocurrido desde entonces.

Versión del artículo original de MIGUEL ANTÓN MORENO

TOMADO DE:

ethic

10 de abril de 2023



Uno de los textos fundamentales para comprender la crítica de la religión de Marx —entendida como la condición de posibilidad y punto de partida de toda crítica— es el capítulo I de *La ideología alemana* (*Feuerbach. Oposición entre las concepciones materialista e idealista*). Este texto fue trabajado por Marx y Engels entre 1845 y 1846, y aunque nunca llegó a terminarse y sus autores ni siquiera intentaron publicarlo, el análisis de las ideas de Feuerbach, Bauer o Stirner llevado a cabo en esta obra es **esencial para comprender los análisis ulteriores del materialismo histórico**.

Marx y Engels se encargan de establecer al inicio del texto una serie de premisas a partir de las cuales desarrollarán su sistema. Debido en buena medida a las pretensiones científicas del materialismo histórico podría hablarse de una axiomatización de los principios fundamentales en los que se basa su concepción materialista. En primer lugar, defienden que **la historia presupone y necesita «la existencia de individuos humanos vivientes**. El primer estado que cabe constatar es, por tanto, la organización corpórea de estos individuos». Esta afirmación puede parecer asumida implícitamente en toda filosofía de la historia, ya que para la conformación de la historia misma se necesitan unos individuos que la construyan.

Sin embargo, no es una premisa tan obvia desde el momento en el que sabemos que el propio Engels, en su *Dialéctica de la naturaleza*, defiende que la filosofía del materialismo dialéctico debe fundarse en el conocimiento general de las ciencias naturales y las matemáticas, y que la propia naturaleza tiene un desarrollo dialéctico independiente del proceso de transformación de la materia que lleva a cabo el hombre. Esta postura debe ser desligada de las ideas del propio Marx, ya que Engels compuso estos escritos desde 1873 hasta 1883.

Además de la conciencia o la religión, lo que caracteriza principalmente a los hombres y los diferencia del resto de animales es **su capacidad para modificar los elementos naturales con el objetivo de producir sus medios de vida**. Es así como, al producir esos medios, producen al mismo tiempo su vida material. De aquí se deriva la existencia de un condicionamiento material, en tanto que los medios de vida dependen del medio natural con el que los hombres se encuentren. Lo que es el ser humano coincide con aquello que produce. Mientras que para el materialismo filosófico hay una identificación del «ser» con el «estar», por analogía podemos afirmar que para Marx el «ser» es más bien un «hacer», o como él mismo dice: «debemos comenzar señalando que la primera premisa de toda existencia humana y también, por tanto, de toda historia, es que los hombres se hallen, para hacer historia».

Así, **no puede hablarse de cualquier «hacer»**. Si el trabajo es lo que define al ser humano, cabe preguntarse qué diferencia la construcción de una casa de la construcción de una presa de castores, por ejemplo. Sin poder profundizar aquí en esta complejísima idea, diremos que las construcciones animales carecen de racionalidad institucional histórica, es decir, que no están insertas en un proceso dialéctico sometido al cambio, en función de una confrontación de intereses de clase que emerge siempre en un contexto político, con sus correspondientes manifestaciones institucionales complejas tales como el Estado, el matrimonio, la Iglesia, etc. Pero **tampoco debe entenderse esta capacidad de trabajo como una esencia**. Aunque en las coordenadas de Marx podamos definir al hombre como un *homo faber*, no existe una naturaleza humana como tal, sino que esta va cambiando en función del desarrollo histórico, a partir precisamente del trabajo y de la consecuente transformación de la materia. Podríamos hablar, en todo caso, de una naturaleza humana múltiple, no estanca sino voluble, que se explica a través de una dimensión subjetiva cuyo contenido viene dado por una conciencia y una intencionalidad. La interacción no es inmediata, en tanto que instintiva, como en el resto de animales, sino que se produce a través de un proceso cultural, que implica necesariamente intencionalidad, conciencia, capacidad de distanciamiento y operaciones intelectuales complejas.

Una vez expuesta someramente la importancia de la materialidad en Marx y sus presupuestos, podremos esclarecer la vinculación que existe entre esta idea de materia y su crítica de la religión como fundamento de toda crítica. Cuando los individuos actúan productivamente de cierto modo contraen ineludiblemente una serie de relaciones sociales. Esa es la manera en la que se establece una conexión entre la estructura social y la política con la producción. **La estructura social y el Estado se derivan siempre del proceso de vida material de ciertos individuos, de cómo actúan y producen materialmente**. Pero no puede entenderse esta producción material y estas relaciones sociales sin una serie de representaciones y sin una conciencia que lleve a cabo esa producción. «La formación de las ideas, el pensamiento, las relaciones espirituales de los hombres se presentan aquí todavía como una emanación directa de su comportamiento material. Y lo mismo ocurre con la producción espiritual, tal y como se manifiesta en el lenguaje de la política, de las leyes, de la moral, de la religión, de la metafísica, etc.».

En contraposición a la tradición de la filosofía alemana, el movimiento que se produce en el materialismo histórico es de «ascensión de la tierra al cielo. Es decir, no se parte de lo que los hombres dicen, se representan o se imaginan, ni tampoco del hombre predicado, pensado, representado o imaginado, para llegar, arrancando de aquí, al hombre viviente; se parte del hombre que realmente actúa y, arrancando de su proceso de vida real, se expone también el desarrollo de los reflejos ideológicos». La apuesta fuerte de Marx consiste en invertir el modelo que hasta entonces había imperado en la filosofía alemana. **Los productos del pensamiento y la conciencia, como la religión, no tendrían un desarrollo histórico independiente** que moldearía después las condiciones materiales de los individuos, sino que el hombre, al llevar a cabo su producción y su transformación material, transformaría también su pensamiento y los productos de su pensamiento. En palabras de Marx: «No es la conciencia la que determina la vida, sino la vida la que determina la conciencia». Las abstracciones de la conciencia, dice Marx, desligadas de la verdadera historia material de la que dependen, no tienen ningún valor.

Esta inversión de la que hablamos queda **sintetizada por el propio Marx en la expresión «vuelta del revés» (Umstülpung)**, que paradójicamente aparece ya en la obra de Hegel, y con la que desde el materialismo histórico se pretende expresar la liberación del idealismo como una liberación de la filosofía. Gustavo Bueno, un siglo después de que Marx diese la vuelta del revés a Hegel, se encargó de darle la vuelta del revés a Marx en la filosofía política de su sistema, el materialismo filosófico: «Marx recuerda cómo los «epígonos mediocres que ponen cátedra en la Alemania culta» dieron en arremeter contra Hegel, tratándolo como «perro muerto», lo que le decidió a declararse abiertamente discípulo de aquel gran pensador: solo sería necesario «volverlo del revés» (como se da vuelta a un calcetín) para encontrar tras la cáscara mística la semilla racional». Para Bueno, la metáfora que pone en relación el materialismo histórico (o «materialismo monista» según él) con el idealismo de Hegel no explica suficientemente la idea que se esconde detrás.

A esta metáfora Engels le añadió otra: Marx habría dado la vuelta al sistema de Hegel porque este último explicaba el mundo como descansando sobre la cabeza, mientras que para el primero el mundo descansaría sobre los pies. Tampoco esta fórmula de carácter didáctico explicaría suficientemente las diferencias entre los planteamientos de uno y otro. Se estaría sugiriendo que aquello que distingue el idealismo de Hegel del materialismo de Marx es sencillamente que **el «ser» emerge de una conciencia alojada en un concepto subjetivo que quedaría identificado con la «cabeza»**, obviando que desde Kant esa «cabeza» sería el resultado de la aplicación de las categorías y las formas a priori de la sensibilidad, o bien entendiendo «cabeza» como una mente que existe con anterioridad al mundo mismo, «como si a la «Filosofía del Espíritu» de Hegel no le correspondiera en el sistema un lugar posterior a la «Filosofía de la Naturaleza». Esa ruptura entre Hegel y Marx (que implica por lo tanto también cierta continuidad) no significa que el materialismo histórico sea una culminación del idealismo hegeliano o su epílogo. La vuelta del revés debería entenderse, por lo tanto, no como una ruptura y un giro de ciento ochenta grados que nos conduciría en el sentido opuesto. Esto es imposible en tanto que en Marx se conservan muchas partes formales que sirven como base y punto de partida de su propia filosofía. Más bien debería entenderse como **una declaración de distanciamiento respecto de muchos de los fundamentos idealistas**, así como de una discontinuidad de algunos de los componentes del sistema.

Ahora bien, ¿qué componentes son aquellos que perduran transmutados en la crítica de la religión de Marx y por qué cualquier crítica debe fundarse sobre sus bases? La clave la encontramos en un autor que sirve como engranaje entre Hegel y Marx, y que ya había llevado a cabo una crítica de la religión desde los postulados materialistas. Feuerbach, un autor vinculado al «joven-hegelianismo», es recuperado (y criticado) por Marx para explicar que el concepto de ideología está fuertemente ligado a la idea de alienación, que en estrecha relación con el fenómeno religioso se explica como una proyección de la naturaleza humana hacia entidades trascendentes para cumplir funciones compensatorias de carencias, sufrimientos, injusticias, etc. **La representación religiosa es por lo tanto el producto de esa proyección ilusoria y falaz, cuyo mecanismo funciona análogamente al de la ideología**, en tanto que conlleva una visión deformada de la realidad por parte de los individuos que la componen, como la imagen reflejada en la superficie convexa de un espejo. Esa deformación de la realidad afecta decisivamente a la manera en la que las personas se relacionan con su medio y a la forma en que lo transforman materialmente a través de su trabajo.

En las *Tesis sobre Feuerbach* de Marx encontramos ese enlace con Hegel del que hablábamos. Feuerbach toma como base la «autoenajenación religiosa» entendida como el «desdoblamiento del mundo en un mundo religioso, imaginario, y otro real», para llevar a cabo la disolución de ese mundo religioso «reduciéndolo a su fundamento terrenal». **La crítica de Marx consiste en que, según él, la tarea de la crítica consiste en ir un paso más allá.** Si la crítica es ejercida primeramente desde la crítica de la religión, la explicación del fenómeno solo será un paso intermedio de cara a la transformación revolucionaria. Primero se trata de comprender para después ejercer la práctica, y de ahí la famosa distinción entre teoría y praxis que es enunciada de forma célebre en la tesis XI: «Los filósofos no han hecho más que interpretar el mundo de diversos modos, pero de lo que se trata es de transformarlo». Aquí nace el fundamento que ya habíamos explicado de que para Marx el «ser» es un «hacer».

Esta deformación es lo que ha de ser revelado tras el ejercicio de toda crítica, que, como hemos visto, nace en Marx de la crítica de la religión, y que funciona además como uno de los síntomas más característicos de su época. **La filosofía del siglo XIX no puede entenderse sin el análisis de ese reflejo inexacto**, de ese espejo cóncavo que en el núcleo de su desfiguración y en los contornos doblados de sus diversas manifestaciones esconde siempre las contradicciones engañosas que quedan plasmadas en las ideologías. El análisis y la toma de conciencia de esas incoherencias veladas es lo que convierte a Marx, junto con otros autores del XIX, en uno de los filósofos de la sospecha.

Los Tigres, la Sabrosa Fresa, el kōan y el Zen.

POR: DR. EDGAR REDONDO
ENVIADO VÍA FACEBOOK.



EDGAR REDONDO

Nació en Caracas, Venezuela. Actualmente residiendo en Madrid, España. Egresó como Bachiller del Liceo Carlos Soublette. Realizó estudios universitarios de Pre y Postgrado en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Universidad Nacional Abierta (U.N.A.), Universidad de Carabobo, Universidad de Málaga, Universidad de Córdoba, Universidad del Sur Cancún. Se ha desempeñado como docente en Universidad de Carabobo, Universidad Central de Venezuela y Universidad Nacional Abierta.

Un kōan es, en la tradición Zen, una situación que el maestro plantea al alumno para comprobar sus progresos. Muchas veces el kōan parece absurdo, o ilógico, es por ello que para resolverlo el discípulo debe desligarse del pensamiento racional, e intuir lo que en realidad le está planteando el maestro, que normalmente trasciende el sentido literal de las palabras.

Hay kōan muy populares, tales como:

“¿Cuál es el sonido de palmoteo de una sola mano?”

"Cuando un árbol cae en un bosque, ¿Hace ruido si no hay nadie para escucharlo?".

Hoy le dejo un corto kōan a través de una parábola que Buda contó en un Sutra, o discurso:

“Un hombre que viajaba a través de un campo se encontró con un tigre. Y huyó mientras el tigre lo perseguía. Al llegar a un precipicio, se agarró de la raíz de una liana y saltó. El tigre lo olfateaba desde arriba. Temblando, el hombre miraba hacia abajo, donde otro tigre lo esperaba para devorarlo. Sólo la liana lo sostenía.

Dos ratones, uno blanco y otro negro, poco a poco, empezaron a roer la liana. De repente el hombre vio muy cerca una apetitosa fresa. Se agarró muy bien de la liana con una mano, y con la otra cogió la fresa... ¡Qué sabrosa está!”

No es extraño que seas de las personas que piensan que lo que acabas de leer no tiene mucha coherencia. Sin embargo, sí que la tiene...

Este kōan se relaciona con la forma que vivimos el día a día, queremos sólo encontrar el resultado de algo, sin detenernos a disfrutar, o vivir, el proceso que nos llevó a eso.

La inmensa mayoría de nosotros no saboreamos las sabrosas fresas del “aquí y el ahora”, sólo pensamos en los tigres y ratones... Y aunque muchas veces no hay tigres, ni ratones, y ni aun así, nos percatamos de que las fresas están allí. El momento presente se nos escapa cuando nuestra mente se distrae lamentándose de un pasado que ya murió, o preocupándonos de un futuro que no ha nacido...

Un maestro iluminado sí que sabe disfrutar con cada fresa que encuentra, independientemente de cuantos tigres amenacen su vida. Las fresas son esos momentos en que nos adentramos en el presente, nos liberamos de cualquier otro tiempo que no sea el “Ahora”. Por ello el kōan nos invita a que disfrutemos de las fresas que nos da la vida... Claro, sin perder de vista a los tigres y sin desatender a los ratones, al final de todo, sólo nos quedamos con aquellas cosas que nos hicieron felices y son las que con todo agrado recordamos hasta el final de nuestros días. Eso es el Zen: Vivir en el presente.

El mismo contenido de esta parábola Krishnamurti lo expresa cuando dice que hay que vivir con percepción alerta de instante en instante... y Eckhart Tolle nos dice: “Recuerda que el presente es todo lo que tienes. Haz del ‘ahora’ el centro de tu vida”, o “Acepta todo. Cualquier cosa que el presente te ofrezca, acéptalo como si lo hubieses elegido. Trabaja con lo que tengas, no en su contra”.

El cementerio que convirtió a los neandertales en humanos.

El hallazgo de un nuevo esqueleto en el yacimiento iraquí de Shanidar reafirma la idea que los neandertales enterraban a sus muertos con rituales sofisticados.

Neandertales y sapiens tuvieron hijos en común en Oriente Próximo, no muy lejos del enterramiento de Shanidar.

Versión del artículo original de DANIEL MEDIAVILLA

TOMADO DE: El País - España



RESTOS DEL ÚLTIMO NEANDERTAL ENCONTRADO EN LA CUEVA DE SHANIDAR, EN IRAK.
CRÉDITO FOTO: GRAEME BARKER.

En el yacimiento iraquí hay restos de flores que los neandertales utilizarían para honrar a sus muertos

En los años de la década del 2020, 400 siglos después del ocaso neandertal, cuesta imaginar un encuentro con otra especie humana, casi como nosotros, pero no del todo. Hace 100.000 años, en Oriente Medio, las dos especies se cruzaron y tuvieron encuentros sexuales que han quedado grabados en nuestro genoma y en varias cuevas de la Península Ibérica se han encontrado obras de arte de 65.000 años realizadas por neandertales. Ahora, se sabe que compartimos la Tierra con unos seres que también tenían lenguaje y pensamiento simbólico y que sucumbieron poco después de nuestra llegada a la Europa que habitaban. Pero aquella especie extinguida no tuvo siempre el marchamo de humanidad.

En la década de 1950, en la Cueva de Shanidar, en el Kurdistan iraquí, el arqueólogo estadounidense Ralph Solecki descubrió parte de los esqueletos de diez neandertales de ambos sexos y distintas edades. Algunos tenían restos de polen a su alrededor que Solecki atribuyó a ritos funerarios en los que los allegados del muerto le honraban con flores. Además, entre aquellos esqueletos, se encontró el de un hombre tuerto y manco que sobrevivió durante años con su minusvalía. Los neandertales eran una especie solidaria con sus congéneres.

Aquel descubrimiento y su interpretación humanizó a la especie, pero no todo el mundo estaba convencido. Los restos vegetales podrían haber llegado llevados por animales y las antiguas técnicas de investigación empleada por Solecki no eran tan fiables como las actuales.

Solecki quiso volver al yacimiento que le hizo famoso para ampliar sus estudios y confirmar sus hipótesis, pero murió en el 2019, a los 101 años, sin haber logrado su objetivo. En su lugar, el Gobierno Regional del Kurdistan se puso en contacto con Graeme Barker, del Instituto McDonald de Investigación Arqueológica de la Universidad de Cambridge (Reino Unido), para encargarle la tarea. Un equipo de arqueólogos comenzó las excavaciones en 2014, pero tuvo que parar durante un año cuando el ISIS estuvo a punto de conquistar aquella región iraquí. El objetivo inicial del grupo de Barker era datar con precisión los sedimentos que ya se conocían y determinar con mayor certeza que se trataba de enterramientos que se realizaran de un modo concreto. Sin embargo, se encontraron con una sorpresa.

Entre 2018 y 2019 descubrieron un cráneo completo y huesos de la parte superior de un neandertal con la cabeza reposada sobre la mano izquierda. Aquel individuo, que murió hace unos 70.000 años, es un indicio más, según publican ahora Barker y sus colegas en la revista *Antiquity*, de que los neandertales enterraban a sus muertos a propósito.

Según Emma Pomeroy, primera autora del artículo, una roca prominente junto a la cabeza del nuevo cuerpo, bautizado como Shanidar Z, pudo servir como referencia para aquellos grupos humanos, que volvieron una y otra vez a ese lugar para depositar a sus muertos, durante un periodo que pudo abarcar siglos.

“El hecho de volver a encontrar otro esqueleto y evidencias de que está depositado intencionalmente reafirma la idea de que los neandertales eran capaces de enterrar. Yo me sitúo entre los que pensaban que sí enterraban, así que este trabajo me refuerza en esa opinión”, señala Carlos Lorenzo, investigador del *Instituto Catalán de Paleoeología Humana y Evolución Social* (IPHES) de Tarragona. Para Lorenzo, la capacidad mental de comprender el significado de la muerte y actuar en consecuencia ya se estaba desarrollando en especies anteriores. “En Atapuerca, en la Sima de los Huesos, se llevó a cabo una acumulación intencional de cadáveres y es un yacimiento de preneandertales, de hace más de 400.000 años”, apunta Lorenzo.

350.000 años después, no resulta extraño pensar en que una especie más sofisticada, que además ya habría entrado en contacto con los humanos modernos, hubiese desarrollado rituales funerarios. Joseba Ríos, investigador del *Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana* (CENIEH) de Burgos, coincide en que los nuevos resultados permiten proponer con solidez que los neandertales realizaban enterramientos, pero matiza que los yacimientos son demasiado escasos para afirmar que existía una cultura funeraria compartida por los neandertales. “Es difícil establecer un patrón porque son pocos casos. Es probable que fuese un comportamiento ocasional, pero no tenemos pruebas para decir que fuese una tradición cultural arraigada ni recurrente”, afirma Ríos. No obstante, el investigador recuerda que tampoco se conocen muchos enterramientos de hace 100.000 años donde se pueda estudiar la cultura funeraria de los humanos modernos.

En la época en que vivió Shanidar Z, hace 70.000 años, y no muy lejos de aquella región, los encuentros entre las dos únicas especies a las que se conoce producción artística dieron lugar casi con seguridad a un intercambio cultural que sería bidireccional. Ríos refiere indicios cerca del Paleolítico Superior, cuando los neandertales comenzaron su decadencia, de una explosión tecnológica y cultural que puede explicarse por una relación más estrecha con la especie inmigrante. Es posible que el grupo humano que pudo ser una de las causas de su extinción les enseñase antes formas más sofisticadas de morir.

Un consorcio internacional secuenció por primera vez el genoma completo de un ser humano.

El libro de instrucciones de una persona tiene 3.055 millones de letras, según la nueva lectura, que incluye un 8% del ADN que permanecía oculto por falta de tecnología.

Versión del artículo original de MANUEL ANSEDE

TOMADO DE: EL PAÍS – ESPAÑA / 3 DE JUNIO DE 2021



**UN CIENTÍFICO OBSERVA LA SECUENCIA DE UN GENOMA EN LA PANTALLA DE UN ORDENADOR.
CRÉDITO IMAGEN: ANDREW BROOKES / GETTY.**

El tamaño de la ignorancia humana solo se percibe con el paso del tiempo. La humanidad vivió sin saber que existían los microbios hasta que un comerciante de telas holandés, Antonie van Leeuwenhoek, los vio a finales del siglo XVII con un rudimentario microscopio de su invención. Otro gran avance tecnológico ha permitido ahora obtener por primera vez la secuencia completa de un genoma humano. Los *Homo sapiens* han tardado unos 300.000 años en ser capaces de leer entero su propio manual de instrucciones.

Un multitudinario consorcio internacional anunció hace 20 años el primer borrador de la secuencia del genoma humano, pero aquella versión todavía estaba llena de agujeros. El bioinformático estadounidense Adam Phillippy compara la tarea con un puzle de un paisaje, en el que faltaban las piezas azules del cielo, demasiado similares como para ser encajadas con la tecnología de entonces. Otro numeroso equipo científico, el denominado Consorcio T2T, ha publicado ahora “la primera secuencia verdaderamente completa” de un genoma humano. Son 3.055 millones de nucleótidos, las letras químicas con las que está escrito el libro de instrucciones de una persona. Los autores calculan que el 8% del genoma estaba todavía sin leer.

El manual de funcionamiento de las células, plegado en su interior, es básicamente una gigantesca molécula de ADN de unos dos metros de longitud. Ahí están las directrices para que, por ejemplo, una neurona del cerebro sepa transmitir un pensamiento. El libro de instrucciones de la célula está escrito con combinaciones de solo cuatro letras químicas (ATTGCTGAA...). Las actuales técnicas de secuenciación masiva —empleadas en los hospitales para estudiar las enfermedades con un componente genético— no son capaces de leer el larguísimo genoma humano del tirón, pero pueden reconocer fragmentos de unos cientos de letras, que luego se ordenan gracias a un genoma de referencia, que actúa como la foto del paisaje en la caja del puzle.

El problema llega al colocar los tramos de ADN muy repetitivos (ATATATATATAT...), como ocurre con las piezas del cielo azul. Para sortear este obstáculo, los investigadores han utilizado técnicas de vanguardia, como los secuenciadores de la empresa británica Oxford Nanopore, unos dispositivos capaces de leer cientos de miles de letras a la vez al pasarlas por un poro diminuto.

Los miembros del Consorcio T2T —liderados por la bióloga Karen Miga, de la Universidad de California en Santa Cruz, y por el propio Adam Phillippy, del Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano, ambos en EE UU— sostienen que ahora se abre “una nueva era de la genómica, en la que ninguna región del genoma está fuera del alcance”. Los autores publicaron un borrador con sus resultados el 27 de mayo. Con sus nuevos datos, el genoma humano tendría 19.969 genes asociados a la producción de proteínas, 140 de ellos descubiertos por el consorcio.

La médica holandesa Renée Beekman, del Centro de Regulación Genómica (CRG) de Barcelona, aplaude el nuevo trabajo, en el que no ha participado. “Estas piezas que faltaban son nuevos frentes en los que buscar errores en el ADN que puedan conducir a enfermedades, como el cáncer”, opina la investigadora. “Hasta ahora estábamos ciegos ante estas regiones, pero este estudio proporciona la información y las herramientas necesarias para estudiarlas”, destaca.

Beekman subraya que el consorcio ha obtenido el ADN de células de una única mujer, por lo que la secuencia no permite distinguir variaciones entre personas y además carece de la información del cromosoma sexual Y, presente solo en los hombres. “La técnica utilizada por los autores es una herramienta prometedora para obtener esta información en un futuro próximo”, apunta la científica holandesa.

El genetista Lluís Montoliu cree que el nuevo estudio confirma la complejidad de uno de los grandes problemas de la ciencia. “No existe el genoma humano, existen genomas humanos”, reflexiona el investigador, del Centro Nacional de Biotecnología, en Madrid. “Escoger un genoma de referencia es, probablemente, uno de los asuntos más complicados que tenemos en la genética humana en estos momentos”, subraya. Montoliu recuerda que hace unos años, cuando los genomas de referencia dominantes eran de personas anglosajonas de EE UU, se interpretaba que algunos cambios de letras observados en otras poblaciones eran mutaciones asociadas a enfermedades, cuando en realidad eran variaciones perfectamente normales.

Los miembros del Consorcio T2T proponen utilizar su nueva secuencia como modelo mundial: la foto de la caja del puzle. El actual genoma de referencia fue elaborado en 2013, con fragmentos de ADN de muchas personas, por un consorcio internacional en el que participa el Instituto Europeo de Bioinformática.

Montoliu, presidente de la Asociación para la Investigación Responsable e Innovación en Edición Genética (ARRIGE), muestra sus dudas ante el posible cambio del “molde” del genoma humano. “Los problemas del actual genoma de referencia eran conocidos y arbitrariamente aceptados por todos. Si cometíamos errores, todos cometíamos el mismo error, así que podíamos entendernos”, explica el investigador. Montoliu teme que se genere confusión si se añade otro genoma humano de referencia. “Solo funcionará si lo hacemos todos a la vez. Tiene que ser una decisión a nivel mundial”, advierte.



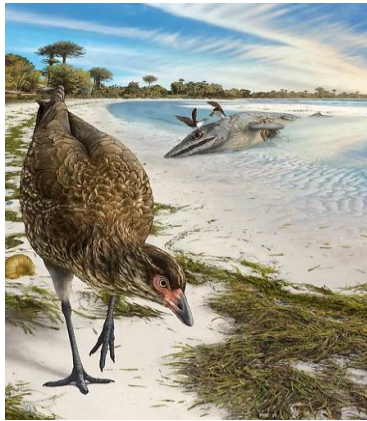
**LA BIÓLOGA KAREN MIGA CODIRIGE EL CONSORCIO INTERNACIONAL QUE HA SECUENCIADO UN GENOMA COMPLETO.
CRÉDITO IMAGEN: UCSC.**

Un fósil de la era de los dinosaurios cuestiona el origen de las aves modernas.

La especie que se encontró en Bélgica muestra grandes semejanzas con el gallo y el pato.

Versión del artículo original de AGATHE CORTES

TOMADO DE: El País - España



RECONSTRUCCIÓN ARTÍSTICA DEL AVE MODERNO MÁS ANTIGUO DEL MUNDO.

En el interior de una piedra que no mide mucho más que la palma de una mano sigue intacto el cráneo de un ave de la era de los dinosaurios. Esta roca adornada por huesos rotos y diminutos, que a simple vista parecía poca cosa, fue descubierta hace 20 años en Bélgica y dejada en un cajón. Pero hace dos años el equipo de Daniel Field, investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cambridge, decidió escanearla sin muchas expectativas. De repente, bajo los ojos asombrados de los científicos se dibujó el cráneo de unos cinco centímetros del ave moderna más antigua que se ha registrado hasta hoy y que vivió hace unos 66,7 millones de años. “Nuestro trabajo refleja la importancia que puede tener una roca y la paleontología para la historia de la evolución biológica. Este descubrimiento completa un vacío que teníamos sobre la diversificación de las aves debido a la escasez de fósiles registrados de esta era mesozoica”, explicó Field.

La forma de los huesos de esta especie llamada *Asteriornis maastrichtensis* (fue descubierta en la formación Maastricht) muestra grandes semejanzas con los del pato y del gallo, según los resultados que se publicaron en *Nature*. “Esta combinación nunca se había visto en otros fósiles y hace suponer que este ave forma parte del árbol genealógico de estos dos animales con los que vivimos a diario”, cuenta el experto británico manejando la piedra en su mano. Para confirmar dichas características, los investigadores reconstruyeron el cráneo en tres dimensiones y el pico del nuevo fósil se asemeja claramente al de un gallo, mientras que la zona de la frente y tras los ojos se parece más al de un pato. La parte posterior de la mandíbula comparte características con ambas aves.

El ave, cuyo mote en inglés es *wonderchicken* (pollo maravilla en inglés, como si fuese un superhéroe), no debía pesar más de cuatrocientos gramos visto el espesor de sus patas. “En función de las patas podemos estimar el peso del animal gracias a una simple ecuación. Claramente estos huesos no podrían sostener un cuerpo más gordo”, confirma Field señalando un hueso largo de unos cinco milímetros de grosor en un lado de la roca color arena.

Se sabe cuándo emergieron, pero no de dónde vinieron. Las hipótesis previas que dejaron los estudios sobre los fósiles más recientes sugerían que la evolución de las aves modernas más antiguos venían del hemisferio sur, de la Antártida. Ahora, este descubrimiento plantea nuevas preguntas. “¿Cómo podría ser, ya que se ha encontrado uno más antiguo en el hemisferio norte? Lo más increíble es que este fósil cuadra con todo lo que pensábamos nosotros de esa época”, aseveró Juan Benito, autor del estudio e investigador especializado en la evolución de las aves.

Lo que pasó en esa era tan lejana dónde todavía andaban los dinosaurios fue la caída de un meteorito que acabó con todas las especies de más de un kilo mientras los bosques ardían. “Esta ausencia acabó con muchas especies, con todas las aves ligadas a los bosques”, relató Benito. Pero el *wonderchicken* se salvó mientras que todas las aves con las que competían desaparecieron de golpe. Estas conclusiones se presentan de nuevo gracias al aspecto de las patas y a su procedencia de sedimentos marinos. Field explica que las aves que tienen las patas cortas son las que viven en las alturas, en las ramas de un árbol y por lo tanto en los bosques, mientras que las que tienen las patas largas viven en el suelo, en la playa, en la zona costera.

Esto hace suponer que el *A. maastrichtensis*, cuyo nombre se deriva de Asteria, una diosa griega de las estrellas fugaces que se convierte en una codorniz, no desapareció. Pero quizás haya dado lugar a dos ramas de especies que evolucionaron, por una parte hacia el pato (*anseriformes*), por otra, hacia el gallo (*galliformes*). “No podemos confirmar que sea el ancestro más lejano de estos dos animales, pero está claro que comparten un ancestro común”, concluye Field. “Los fósiles de esa época no han sido bien preservados. Tenemos mucho que aprender de lo que hemos encontrado”, añadió guardando en una caja roja el descubrimiento más increíble de su carrera hasta ahora.



PAJAROS DE LA FAMILIA DE LOS 'GALLIFORMES' COMO EL GALLO.
CRÉDITO IMAGEN: DANIEL FIELD.

Toni Gabaldón, experto en la evolución de las aves del Instituto de Investigación Biomédica en Barcelona (IRB), asegura que siempre es muy útil que la gente encuentre evidencias físicas y aporte información suplementaria y más cuando se trata de una época de la cual no tenemos muchos datos debido a la extinción. “Han construido una matriz de 297 datos morfológicos de este fósil y de otras especies para construir el árbol evolutivo. Nosotros con el ADN podemos cubrir la evolución temprana, de hace unos miles de años, pero el trabajo que han hecho permite ir mucho más allá”, explicó.

Para él, el resultado más llamativo del estudio es el lugar dónde ha sido encontrado el fósil que, como lo confirma el estudio y sus autores, pone en cuestión las teorías previas sobre el origen de estas aves modernas. Además, en ese mismo estrato también han encontrado un fósil de un dinosaurio volador de la misma época que vivía con esas aves. Gabaldón se suma a la idea de que estar en la costa les ayudó a sobrevivir y la dieta que seguían también. “Las aves vivían de lo que le dejaban los otros y por lo tanto se alimentaban de cosas más diversas”, cuenta.

Este pequeño fósil da mucha información y permite a los expertos trazar nuevos caminos de investigación para entender de dónde vienen el pato y el gallo. La primera pista es que Gondwana, el supercontinente que al partirse dio lugar a tierras del hemisferio sur como Sudamérica, África, Australia, Madagascar y la Antártida, ya no parece la única opción.

El sorprendente descubrimiento en la zona más profunda del océano de una especie con partículas de plástico en su organismo.

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**

TOMADO DE: *MSN*



EL EURYTHENES PLASTICUS ES UNA "MUESTRA LAS CONSECUENCIAS DE NUESTRO MANEJO INADECUADO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS", SEGÚN LA WWF. CRÉDITO IMAGEN: WWF.

Científicos descubrieron una nueva especie marina en lo más profundo del océano y eligieron su nombre en "homenaje" al plástico que se ha encontrado en su organismo.

Así que lo llamaron *Eurythenes plasticus*, como una forma de llamar la atención sobre el impacto de la contaminación por plástico que afecta a miles de especies marinas, incluso aquellas que viven siete kilómetros bajo el nivel del mar, como en el caso de ésta.

La especie en cuestión es un anfípodo parecido a un camarón de aproximadamente cinco centímetros de largo que fue capturado en la fosa de las Marianas, entre Japón y Filipinas, uno de los lugares más profundos del océano Pacífico.

El hallazgo fue posible gracias al trabajo de un equipo de investigadores de la Universidad de Newcastle (Reino Unido).

Según la investigación, apoyada por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y publicada en la revista científica *Zootaxa*, el anfípodo estaba contaminado con partículas de plástico tipo PET (polietileno tereftalato), utilizado comúnmente en botellas de agua, ropa y artículos domésticos.

"La especie recién descubierta nos muestra las consecuencias de nuestro manejo inadecuado de los residuos plásticos. Hay especies que aún no conocemos, que habitan en los lugares más profundos y remotos del planeta y ya están contaminadas con este material", dijo Heike Vesper, directora del Programa Marino de WWF Alemania.

"Los plásticos están en el aire que respiramos, en el agua que bebemos y ahora también en los animales que viven lejos de la civilización humana", agregó.

WWF subraya que cada minuto el equivalente a un camión lleno de residuos plásticos es arrojado a los océanos.

8 MILLONES DE TONELADAS DE PLÁSTICO EN LOS OCÉANOS

El jefe de la investigación, Alan Jamieson, explicó que, con ese nombre, su equipo busca "resaltar el hecho de que hay que tomar medidas inmediatas para detener la contaminación masiva con plásticos en los océanos".

"Lamentablemente es una de las cosas más llamativas que encontramos en la nueva especie y creo que tenemos que anotarlo en el registro taxonómico", agregó.

El científico lamentó el hecho de que se encuentre una nueva especie en un hábitat inexplorado "y que ya está contaminada con plástico".

Para sensibilizar a las personas sobre esta problemática y contarles qué pueden hacer, WWF lanzó la campaña "Tu dieta plástica" y una petición -que ya ha sido firmada por más de un millón y medio de personas- dirigida a los gobiernos de todo el mundo para pedir un acuerdo legalmente vinculante que frene la contaminación por plástico.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente alerta que cada año más de ocho millones de toneladas de plástico terminan en los océanos.

Igualmente, advierte que la contaminación por plástico está presente en todas partes, desde las playas de Bali hasta en el Polo Norte, y se espera que para 2050 haya más plásticos que peces en los océanos.

"UN DESASTRE GLOBAL"

Katinka Day, gerente de políticas del proyecto "Sin plástico en la naturaleza" del brazo australiano de WWF, dijo que el hecho de que los plásticos estén dentro de animales que viven en uno de los lugares más remotos de la Tierra es un "desastre global".

Day hizo un llamado a las naciones de todo el mundo a que tomen medidas colectivas "tanto a escala nacional como internacional".

No es la primera vez que los científicos hacen este tipo de descubrimientos a tales profundidades.

En febrero de 2019, un estudio publicado en la revista *Royal Society Open Science* anunció el hallazgo de microplásticos en las entrañas de 65 especies de minicrustáceos que viven a 11 kilómetros de profundidad, una prueba más de que ningún animal ni ecosistema marino se salva de la contaminación.

Hallado en Huelva el rastro de los últimos gigantes europeos. Una investigación identifica las huellas de la megafauna del sur de la península Ibérica hace 125.000 años, con paquidermos de cuatro metros de altura y jabalíes de más de 300 kilos.

Versión del artículo original de RAÚL LIMÓN

TOMADO DE: El País – España / 14 agosto 2020

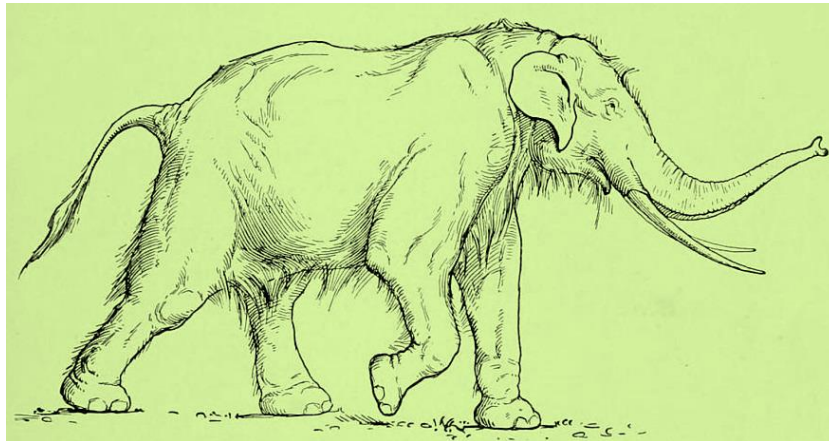


ILUSTRACIÓN DEL 'PALAEOLOXODON ANTIQUUS' EN EL LIBRO DE H. OSBORN, 'MEN OF THE OLD STONE AGE'.

Cuando el territorio que hoy es Europa se helaba, hace entre 125.000 y 12.000 años, el sur fue el refugio final de los neandertales y de los últimos ejemplares de megafauna de la zona. Una investigación liderada por el geólogo, paleontólogo y científico del Instituto Dom Luiz (Universidad de Lisboa) y del Geoparque de Naturtejo (Portugal), Carlos Neto De Carvalho, y Fernando Muñiz, también paleontólogo y profesor de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Sevilla, ha hallado, en diversos enclaves entre Gibraltar y el suroeste portugués, las huellas de estos supervivientes. En las publicaciones científicas internacionales *Ichnos* y *Quaternary Science Reviews*, desvelan los rastros de este pasado fascinante, con ejemplares como el *Palaeoloxodon antiquus*, un elefante de hasta cuatro metros de altura, y jabalíes que triplicaban el tamaño de los actuales. En Matalascañas, el enclave costero del municipio onubense de Almonte, han hallado la senda dejada por los gigantes paquidermos europeos y otras especies hace 125.000 años.

“El estudio de los rastros complementa los trabajos paleontológicos y aporta un factor fundamental para entender el comportamiento de vertebrados terrestres hace miles de años. Nuestros hallazgos contribuyen a la discusión sobre la supervivencia de especies durante ese periodo de transición climática hacia el último Glacial, que abarca entre los 125.000 y los 12.000 años, y a demostrar el origen de la biodiversidad posterior en la zona”, comentó Neto de Carvalho.

Los bañistas que hoy se encuentran en la playa entre Matalascañas y Mazagón (Huelva) desconocen que ocupan la zona por la que transitaron hace miles de años los últimos elefantes europeos. Las lluvias dejaron al descubierto rastros dejados por estos gigantes animales en una senda por dunas fósiles.

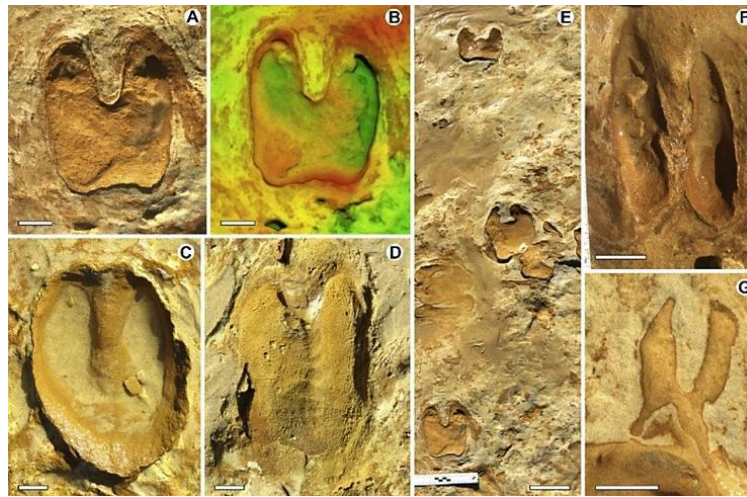
“El elefante europeo prehistórico [*Palaeoloxodon antiquus*] no era como el mamut. Era más parecido al actual elefante africano de la floresta, pero sus huellas, de hasta 80 centímetros, demuestran que podían medir hasta cuatro metros de altura. Tenían poco pelo, orejas pequeñas y colmillos casi rectos de más de dos metros de largo. El registro de rastros demuestra su comportamiento social en pequeños grupos familiares. En Matalascañas se han identificado los rastros paralelos de un adulto de media dimensión y de un ejemplar joven”, explica Neto de Carvalho, quien lleva 20 años estudiando los registros dejados por la fauna en la zona durante la glaciación del resto del continente.



HUELLAS DE ELEFANTES HALLADAS EN MATALASCAÑAS (HUELVA) Y REFLEJADAS EN LA INVESTIGACIÓN PUBLICADA EN 'QUATERNARY SCIENCE REVIEWS'.

Además de las huellas de elefantes, han hallado marcas dejadas en el suelo por ciervos rojos, lobos y jabalíes. “Estos últimos llegaban a triplicar el tamaño de los que existen actualmente en la península Ibérica y podían pesar más de 300 kilos”, señala el investigador portugués en un excelente español perfeccionado por su trabajo conjunto con los equipos de las universidades de Sevilla y Huelva, en los que también participa el Museo de Gibraltar.

“Esta biodiversidad demuestra las óptimas condiciones de este hábitat para el desarrollo de las especies. Cuanto más homogénea y rica en recursos es la zona, mayores son los jabalíes”, ejemplifica.



HUELLAS DE DIFERENTES ESPECIES HALLADAS EN MATALASCAÑAS (HUELVA) Y REFLEJADAS EN LA INVESTIGACIÓN PUBLICADA EN 'QUATERNARY SCIENCE REVIEWS'

Esas mismas condiciones son las que permitieron a los últimos neandertales sobrevivir hasta 12.000 años más que en el resto de Europa, donde su extinción se data hace 40.000 años. La huella más reciente de esta especie, de 28.300 años, fue estudiada por el equipo de Muñiz, Neto de Carvalho y un equipo interdisciplinar coordinado por el Museo de Gibraltar. Perteneció a un adolescente de 1,30 metros de altura y fue hallada en una antigua cantera de Gibraltar. “La fotogrametría evidenció la forma de los dígitos, el talón, el puente y las almohadillas. No hay duda de que se trataba de un homínido. La comparación con otras huellas mostraba que era cercano a los neandertales. La termoluminiscencia (OSL, siglas en inglés de *optically stimulated luminescence*) nos dio la fecha precisa: 28.300 años”, afirmó Muñiz tras su investigación.

Neto de Carvalho relata que han hallado otras huellas neandertales en la zona norte del Algarve, pero aún están analizándolas para determinar su edad exacta.

Estos vestigios no solo muestran la existencia de estos supervivientes de una era helada en el resto del continente. También prueban la movilidad de estas familias de humanos. “Se movieron por toda la zona, que contaba con una geografía bien diferente a la de hoy, aprovechando las mareas bajas, por lo que se encuentra su senda tanto en lo que hoy es Portugal como en Huelva, en todo el litoral atlántico”, detalla el investigador portugués.

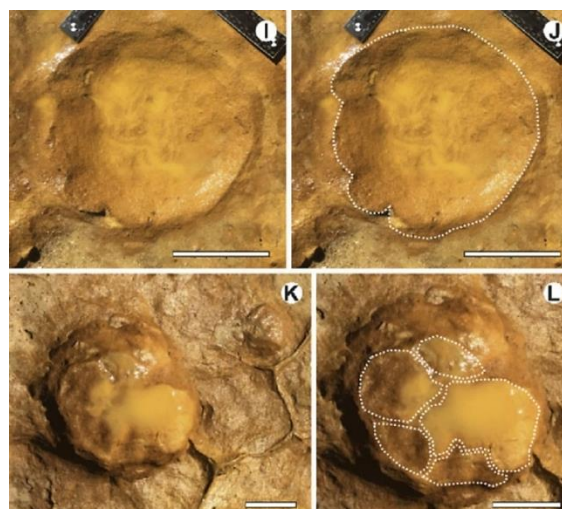
EXTINCIÓN

Pese a ese paraíso aislado que permitió la supervivencia de neandertales y megafauna prehistórica, todos compartieron un mismo destino: la extinción. En el caso de los neandertales, una investigación de un equipo de la Universidad Tecnológica de Eindhoven (Países Bajos) publicada en *Plos One* establece la consanguinidad como principal causa de su final. “Nuestros resultados apoyan la hipótesis de que la desaparición de los neandertales podría haber sido el resultado solo de factores demográficos, es decir, el resultado simplemente de la dinámica interna que opera en poblaciones pequeñas”, concluyen en su investigación Krist Vaesen, Fulco Scherjon, Lia Hemerik y Alexander Verpoorte. “Nuestro estudio muestra que, incluso sin la competencia [con los sapiens], la extinción de los neandertales podría haber tenido lugar”, aseguraron los científicos holandeses.

La investigación publicada en *Ichnos* por Neto de Carvalho y Muñiz resalta la importancia de las huellas halladas en el suroeste peninsular al suponer “un registro muy importante de trazas fósiles del comportamiento de los vertebrados, especialmente en el Pleistoceno, incluyendo la extinta megafauna y la escalada del *Homo* (...) Las vías y huellas más pequeñas y muy grandes atribuidas al *Palaeoloxodon antiquus* [el extinto elefante europeo] se describen y discuten de acuerdo con hallazgos nuevos y recientes, pero siempre raros. La aparente extinción progresiva y definitiva de esta especie hacia el sur de Iberia, siguiendo el mismo patrón de los neandertales durante el último Pleniglacial inicial, sugiere la evidencia de coevolución”.

“Al igual que el *Palaeoloxodon antiquus*, hubo una supervivencia tardía en Iberia de alguna megafauna, así como de algunos de los últimos neandertales, hasta al menos las primeras etapas del último Glacial”, concluye el estudio. “El suroeste y el sur de Iberia constituyen un lugar clave para determinar el momento de la sustitución de los neandertales por seres humanos anatómicamente modernos”, añade el trabajo.

Según esta misma investigación, “la cascada de acontecimientos relacionados con el colapso climático y de las redes alimentarias llevó rápidamente a poblaciones pequeñas que dependían de cadenas de alimentación estrechas a la extinción. La concurrencia de las últimas huellas de elefantes con los últimos restos de neandertales, incluyendo una huella de homínido, en Gibraltar, puede ser una fuerte evidencia para la coevolución y extinción de elefantes de colmillos rectos y neandertales”.



HUELLAS DE ELEFANTES HALLADAS EN MATALASCAÑAS (HUELVA) Y REFLEJADAS EN LA INVESTIGACIÓN PUBLICADA EN 'QUATERNARY SCIENCE REVIEWS'

ENCUENTRAN A LA ESPECIE QUE HA VIVIDO POR MÁS TIEMPO EN LA TIERRA, DE HACE 250 MILLONES DE AÑOS. Ni siquiera los superdepredadores más poderosos de la prehistoria lograron vivir tanto tiempo como los *Triops*, la especie más antigua que ha persistido hasta nuestros días.

PUBLICADO POR: amp_author_box();

TOMADO DE:



CAMARONES ESCUDO (TRIOPS AUSTRALIENSIS), EN AGUAS DE INUNDACIÓN. DESIERTO DE TANAMI, TERRITORIO DEL NORTE, AUSTRALIA.
CRÉDITO IMAGEN: AUSCAPE / UNIVERSAL IMAGES GROUP A TRAVÉS DE GETTY IMAGES.

La Tierra no ha sido siempre un vergel, como lo es hoy, para que habite nuestra especie. Por el contrario, a nivel cósmico, **ha sufrido cambios radicales a nivel biológico**. En gran medida, la celeridad con la que ha cambiado el planeta ha filtrado a aquellas especies que no lograron adaptarse. Por ello, el hecho de que un tipo de camarón haya sobrevivido durante 250 millones de años es sorprendente: lo convierte en la **especie más antigua que ha vivido en la Tierra ininterrumpidamente**.

A especies como el *Triops cancriformis* se les conoce coloquialmente como ‘fósiles vivientes’, porque arrojan luz sobre las formas de vida primitivas que habitaron nuestro planeta en un pasado muy remoto. De acuerdo con la base de datos *Naturalista*, éste «es un crustáceo branquiópodo perteneciente al orden de los notostráceos». Ni siquiera el temible **megalodón** logró sobrevivir tanto tiempo.

UN SOBREVIVIENTE A PRUEBA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Se considera que los *Triops cancriformis* son la especie más antigua que ha sobrevivido en la Tierra porque **datan del periodo Triásico**, hace entre 250 y 201 millones de años. Ni siquiera el impacto del asteroide que **acabó con el 70 % de las formas de vida prehistóricas** que existían fue rival para este camaroncito, que actualmente recibe sobrenombres cariñosos en las costas de Ecuador.

Localmente, las personas **lo conocen como ‘tortugita’ o ‘tortugueta’**. En otros países latinoamericanos se le conoce como *camarón escudo*, por la coraza natural que le protege las vísceras. Curiosamente, conserva una **estructura similar a los trilobites: una especie de crustáceo prehistórico** que dominó los mares en los primeros años de desarrollo biológico de nuestro planeta.

Estos camarones se caracterizan por tener **«cuerpos como palas, que son perfectos para cavar en el fondo de las piscinas temporales que habitan»**, documenta *Live Science*.



UN EJEMPLAR DE CAMARÓN ESCUDO, VISTO EN CRAVENS PEAK RESERVE, AUSTRALIA. CRÉDITO IMAGEN: GETTY IMAGES.



CAMARÓN RENACUAJO (TRIOPS CANCRIFORMIS), TRIOPSIDAE, DIBUJO.
CRÉDITO IMAGEN: DEAGOSTINI / GETTY IMAGES.

Este diseño biológico les ha **garantizado la subsistencia** por mucho más tiempo que cualquier otro animal que haya pisado nuestro planeta. De hecho, Guinness World Records reconoció a la especie como **la más antigua que persiste hasta nuestros días**. Aún así, se sabe que la especie no se ha mantenido igual a través de los milenios.

Aunque su forma exterior ha permanecido prácticamente igual —según la comparación que se ha hecho con fósiles de crustáceos antiguos—, el cuerpo de los animales se ha modificado. La **distribución de sus órganos y articulaciones** se ha adaptado lentamente, según las necesidades de cada época. Aún así, los triops **han sido sobrevivientes a los diferentes cambios climáticos** que ha sobrellevado la Tierra —y siguen caminando en las profundidades del mar.

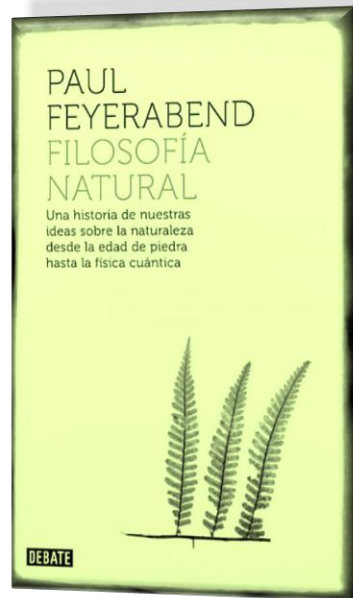
ARQUEO LITERARIO: Revisiones Críticas. (XXIX).

Obra: Filosofía natural: una historia de nuestras ideas sobre la naturaleza desde la edad de piedra hasta la física cuántica. Título original: *Naturphilosophie*. Traducción de Joaquín Chamorro Mielke.

AUTOR: Paul Feyerabend (2013). Editorial: Random House Mondadori, S. A. Argentina. ISBN: 978-987-1786-58-9.

Presentado por: Colectivo transdisciplinario de ciencias sociales.

Enviado vía Facebook por Dr. VÍCTOR HERMOSO AGUILAR



"Paul Feyerabend fue uno de los científicos más originales y controvertidos de su tiempo. Su «todo vale» se ha convertido en un lema, y la claridad en la exposición de sus ideas atrajo al público dentro y fuera de las universidades. Filosofía natural pretende reconstruir la historia de las concepciones humanas de la naturaleza desde sus primeras expresiones en las pinturas rupestres de la Edad de Piedra hasta las discusiones del siglo XX sobre física nuclear. Publicada con más de treinta años de retraso, fue concebida originalmente como una obra en tres tomos que nunca llegaron a escribirse. El manuscrito se dio por perdido durante mucho tiempo, hasta que una copia mecanografiada apareció en los archivos de la Universidad de Constanza".

Del Surrealismo al Clasicismo: Wladimir Zabaleta.

Publicado por GLADYS RAMOS P. en el Blog Valencia del Rey

Fuente: venezuelahistoriablogspot.com
Recibido vía 67facebook



(1944-2013)

Nació el 12 de mayo de 1944, en Valencia, Edo. Carabobo. Tuvo 7 hermanos.

Estudió en la Escuela Arturo Michelena (1958-1962); en el Museo Nacional de Antropología en México, donde cursó Culturas Mesoamericanas (1967); y mediante una beca, pintura, en París.

En 1965 viajó a Francia, en París, la Ciudad Luz, permaneció hasta 1969, allí trabajó en el Taller de Obras Múltiples de la Galería Denise René y fue asistente en los talleres del pintor caraqueño Carlos Cruz Diez y del pintor bolivarense Jesús Soto. Luego, en 1967 arribó a México. En Venezuela, específicamente en Mérida, trabajó en el taller del pintor valenciano Oswaldo Vigas.

Participó en los siguientes eventos artísticos: Joven actividad venezolana, Galería Estudio Actual, Caracas (1971); Las sensaciones perdidas del hombre, Sala Mendoza (1972); Para contribuir a la confusión general, Ateneo de Caracas (1972); y Once tipos, Sala Mendoza (1973, 1976, 1977 y 1981), entre otras.

Guiado por Braulio Salazar, de quien siempre se confesó alumno, Wladimir Zabaleta se dio a conocer en el Salón Arturo Michelena, en 1962, cuando contaba sólo 17 años y estudiaba en la Escuela de Artes Plásticas "Arturo Michelena", en Valencia. Para esa época el movimiento de pintura informalista, que proclamaba una anti-estética fundada en el empleo de materiales del desecho urbano y en la libertad temática y de ejecución, estaba en pleno auge y ganaba adeptos entre los pintores que estaban de regreso del geometrismo, como Alejandro Otero, Mateo Manaure, Vázquez Brito, Elsa Gramcko, Omar Carreño, Oswaldo Vigas y el mismo Jesús Soto. Paralelamente surgieron, especialmente de las escuelas, nuevas promociones empeñadas también en abrirse camino por una vía distinta al abstraccionismo geométrico, tan combatido por entonces.

Ejerció la dirección de las siguientes escuelas: de Artes Plásticas Carmelo Fernández en San Felipe, Edo. Yaracuy (1971-1976); Rafael Monasterios en Maracay, Edo. Aragua (1984-1986); y Arturo Michelena, en Valencia (1979). Fue asesor en la Dirección de Cultura del Edo. Carabobo (1984-1986).

Participó en la XVI Bienal de São Paulo, Brasil; y la IV Bienal de Medellín, Colombia (1981).

Viajó a España en 1980 y quedó fascinado con los cuadros del pintor sevillano Diego Valázquez, por lo que reinterpreto su famosa obra pictórica Las Meninas (datada 1656). Posteriormente, se residió en Nueva York, EE.UU. a finales de 1997 y a mediados de 1999 regresó a Valencia, Edo. Carabobo, donde vivió y trabajó hasta su fallecimiento.

En la escultura realizó los siguientes trabajos: el Toro de la Plaza Monumental; los exteriores de la empresa Tevenca; las rejas del Polideportivo Misael Delgado; la escultura en honor a la Virgen de Begoña, en la redoma de Guaparo; los murales de la Biblioteca Feo La Cruz, todas en Valencia.

Recibió los siguientes premios: Andrés Pérez Mujica del Salón Michelena (1964); el Arturo Michelena (1975), en el Ateneo de Valencia; y el de la Galería de Arte Nacional, GAN.

Le fue otorgado el Doctorado Honoris Causa de la Universidad de Carabobo, UC, (2011).

El pintor y escultor Wladimir Zabaleta (Pintor de Valencia) falleció de un paro respiratorio en la Policlínica La Viña en su natal Valencia, el 3 de septiembre de 2013.

ALGUNAS DE LAS OBRAS DEL ARTISTA:



Venezuela, personajes, anécdotas e historia.

Juan Antonio Segrestáa

Periodista, impresor y editor

Versión del artículo original de: Asdrúbal González Servén



(1830-1902)

Juan Antonio Segrestáa. Periodista, impresor y editor. Recientes investigaciones revelaron que nació en Venezuela y no en Francia como se le atribuía. Nació el 6 de marzo de 1830 y falleció el 31 de diciembre de 1902, ambos momentos en Puerto Cabello, estado Carabobo. Hijo de los franceses Juan Antonio Segrestáa y Emilia Claverie.

Cursó estudios primarios en su ciudad natal y los de secundaria los hizo en Francia. En 1853 regresa a Puerto Cabello y el año siguiente traduce al español el libro *Los misterios de París*, de Eugenio Sue, editado por Rafael Rojas.

En 1858, contrae matrimonio con María Magdalena Salom, hija del prócer de la Independencia Bartolomé Salom.

En 1859 establece en Puerto Cabello la imprenta de J.A. Segrestáa, donde se edita, a partir del mes de octubre de ese año, el diario *El Vigilante*, que dura en circulación hasta 1863. A través de las páginas de ese diario, Segrestáa promovió la construcción de un teatro para Puerto Cabello.

Paralelamente a su oficio de periodista e impresor Segrestáa se desempeñó como presidente del Concejo Municipal de Puerto Cabello (1860) y agente recaudador de impuestos en la ciudad porteña (1861).

A partir de abril de 1862, funda y dirige *El Iris*, considerada la primera revista de arte, ciencia y literatura editada en Carabobo, de la cual circularon 52 números durante un año. En 1863, funda y dirige *El Boletín Mercantil*. Entre 1864 y 1873 (2.477 números), dirige el diario *El Comercio*.

En la imprenta de *El Vigilante* desarrolla una política editorial audaz que lo convierte en famoso impresor; por los muelles de Puerto Cabello saldrían hacia el resto del continente americano traducciones de libros en inglés y francés, simultáneas a las ediciones originales en Europa y Norteamérica.

Entre 1865 y 1880, traduce personalmente, edita y distribuye, por citar algunos casos: *Los miserables*, de Víctor Hugo; *Los mohicanos de París*, de Alejandro Dumas; *Los tiradores en México*, del capitán Thomas Mayne Reid.

En su taller se editó durante muchos años el famoso *Almanaque para todos*, de los libreros-editores Rojas Hermanos, el *Diccionario del estado Lara*, de Telasco A. Mac Pherson (1883) y la primera edición en español del libro *Las mentiras convencionales* del escritor alemán Max Nordau (1887).

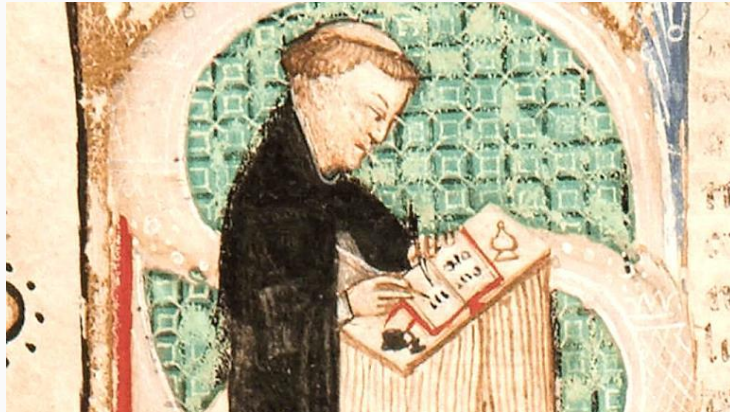
Como hombre público, Segrestáa presidió el Ayuntamiento porteño y fue diputado a la Asamblea Legislativa regional. Propició y presidió durante muchos años la junta encargada de los trabajos del teatro Municipal de Puerto Cabello (1866-1896). Fundó en el Gremio de Artesanos (1893), una biblioteca pública (1895) que llegó a tener 1.300 volúmenes. Desempeñó los consulados de Chile (1868-1870) y de Francia (1899-1902), en Puerto Cabello.

Descubren el manuscrito de un fraile milanés que habla de América 150 años antes de Cristóbal Colón.

Galvano Fiamma recogió en su *Cronica universalis* (c. 1340) la existencia de unas tierras al oeste de Groenlandia habitadas "por gigantes". Es la primera mención del continente americano documentada en el Mediterráneo.

Versión del artículo original de DAVID BARREIRA

TOMADO DE: El Español - 17 septiembre, 2021



EL FRAILE GALVANO FIAMMA SEGÚN UN CÓDICE DE 1438. CORTESÍA DE COMUNE DI MILANO.

A mediados del siglo XIV, unos 150 años antes del histórico viaje de **Cristóbal Colón**, ya había rumores en Italia de la existencia de una tierra desconocida al oeste de Groenlandia. Así lo anotó el fraile milanés **Galvano Fiamma** en su *Cronica universalis*, un texto medieval del que solo ha sobrevivido una copia y que pertenece a un coleccionista estadounidense —lo compró en una subasta de Christie's en 1996 por 14.950 dólares—. La obra inédita acaba de ser estudiada por un equipo de investigadores de la Universidad de Milán, que ha encontrado "**una asombrosa referencia**" a **Marckalada** (sic), "reconocible como el Markland mencionado por algunas fuentes islandesas" de la época vikinga. Los especialistas en la historia nórdica han identificado este lugar como una parte de la costa atlántica de América del Norte.

Es decir, se trata de **la primera mención del continente americano** en la región mediterránea, y provoca un salto temporal enorme con el descubrimiento colombino de 1492: los artífices del hallazgo, publicado en la revista *Terrae incognitae*, apuntan que el dominico tuvo que escribir esta obra **en torno a 1340**. ¿Cómo pudo haber recabado esta información? La principal hipótesis es que Fiamma, un conocido cronista que mantuvo contacto con la ciudad de Génova a lo largo de su vida, escuchó estas historias de boca de los marineros que comerciaban con las regiones del norte de Europa.

El texto del fraile historiador, según la traducción que han realizado los investigadores, dice así: "Los marineros que surcan los mares de Dinamarca y Noruega dicen que más allá de Noruega, hacia el norte, se encuentra Islandia. Más allá hay una isla llamada Groenlandia; y más al oeste hay una tierra que se llama Marckalada. **Los habitantes del lugar son gigantes**: hay edificios de piedras tan grandes que ningún hombre podría ponerlos en su lugar, si no gigantes muy grandes. Allí crecen árboles verdes y viven muchos animales y pájaros. Pero nunca ha habido **ningún marinero que haya podido conocer con certeza noticias sobre esta tierra** y sus características".



DESEMBARCO DE COLÓN EN AMÉRICA PINTADO POR DIÓSCORO PUEBLA (1862). FUENTE IMAGEN: MUSEO DEL PRADO.

La noticia de la existencia de tierras más allá del Atlántico nunca se había documentado hasta ahora fuera de Escandinavia. Según las sagas nórdicas, como la de **Erik el Rojo**, unas historias confirmadas por la arqueología, los vikingos llegaron a Terranova, a la que llamaron Vinlandia, en torno al año 1000 —el primer viaje al llamado Nuevo Mundo habría sido liderado por **Leif Erikson** y no por Cristóbal Colón—. En concreto, Markland se ha identificado como una zona más al norte, más próxima a Groenlandia. Esas travesías se habrían dado a conocer, por lo tanto, a través del boca a boca de los navegantes que comerciaban a lo largo de la costa atlántica europea.

PUBLICACIÓN DEL TEXTO

"Este asombroso descubrimiento es la primera referencia que circula en el Mediterráneo sobre el continente americano, y si Colón estuvo al tanto de lo que sabían estos marineros le pudo haber convencido de emprender su viaje", ha valorado **Paolo Chiesa**, profesor de literatura medieval en la Universidad de Milán y director del proyecto. La posibilidad de que el almirante genovés buscara esas tierras desconocidas de forma intencionada no se sostiene con el hecho de que hasta el mismísimo día de su muerte, el 20 de mayo de 1506, **defendió cabezudamente que había llegado a Asia** y no a lo que sería bautizado como América.

"La mención de América es solo una de las sorpresas que se escondía la *Cronica universalis* de Galvano Fiamma, aunque probablemente sea la más asombrosa", ha añadido el investigador del Departamento de Estudios Literarios, Filológicos y Lingüísticos de la Universidad de Milán. "Se trata de una obra inédita, sobre la que construimos un proyecto educativo en el que han colaborado varios alumnos realizando la traducción del manuscrito y **la interpretación limpia del texto**. Ellos han aprendido mucho de esta experiencia y ahora también tienen la satisfacción de ver que su trabajo se salda con un resultado científico sorprendente".



'LEIF ERIKSON DESCUBRE AMÉRICA', POR CHRISTIAN KROHG (1893). CRÉDITO IMAGEN: WIKIMEDIA COMMONS.

La parte de la crónica medieval que contiene la mención de América fue traducida por **Giulia Greco**, doctorando en la Universidad de Trento. "El manuscrito está elaborado en una **escritura gótica del norte de Italia**, no siempre fácil de descifrar. Además de la transcripción de la parte del texto que le fue asignada, cada alumno tuvo que identificar las fuentes utilizadas por Galvano para la información que recogió. Para la frase 'americano', en particular, no se han identificado fuentes de libros, por lo que hay que creer a Galvano cuando dice que estaba recogiendo información oral", ha señalado la investigadora.

La próxima fase del proyecto de investigación consiste en la publicación de la *Cronica universalis* en su totalidad, un trabajo de edición coordinado por **Federica Favero**. "El manuscrito se conserva en Estados Unidos y es de propiedad privada. Por lo tanto, era necesario ir al sitio: **el propietario nos autorizó a fotografiar todo el códice** y trabajamos sobre la base de estas fotografías", ha detallado. "Ahora se trata de estandarizar las transcripciones producidas por las tesis a un modelo editorial científico, de **profundizar en los puntos oscuros restantes** y aportar al texto el comentario necesario; una vez hecho esto, la *Cronica universalis* estará disponible para todos, como se merece". Una obra que puede cambiar la historia.

Investigan si Colón y Madrugá eran la misma persona, pero... ¿quién era Pedro Madrugá?

Versión del artículo original de M. J. ARIAS

Tomado de Yahoo.noticias – 27 de septiembre de 2021

Catalán, genovés, portugués, gallego... teorías sobre de dónde era realmente Cristóbal Colón hay varias. A día de hoy, cinco siglos después del descubrimiento de América, aún se disputa el origen de un hombre al que algunos acusan de racista y genocida en el continente que descubrió mientras a este lado del Atlántico sigue la batalla por reivindicar su lugar de nacimiento. En Galicia, sin ir más lejos, recientemente **se exhumaron los restos de varios antepasados de Pedro Álvarez de Sotomayor, apodado Pedro Madrugá, para demostrar, mediante pruebas de ADN, que este caballero gallego y Colón eran la misma persona.**



UNA REPRESENTACIÓN DE CRISTÓBAL COLÓN HECHA EN 1892 POR CLEMENTS R. MARKHAM.
FUENTE FOTO: UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UNIVERSAL IMAGES GROUP VIA GETTY IMAGES.

La teoría de que Pedro Madrugá y Cristóbal Colón fueron el mismo hombre no es nueva y cuenta con algunos defensores. Uno de ellos, como recogió en su día *El Faro de Vigo*, es el mexicano de origen gallego Modesto Manuel Doval, autor del libro *Cristóbal Colón. Señor feudal gallego*. Preguntado por esta hipótesis sobre la identidad del descubridor, respondió de manera categórica argumentando que “toda la documentación, todo lo que dijo e hizo Cristóbal Colón, todos los hechos coinciden en que eran la misma persona. Es más, se hizo un peritaje caligráfico y tras él más de 80 peritos expertos indican que Cristóbal Colón y Pedro Madrugá son la misma persona”.

Ahora, una nueva investigación quiere ir un paso más allá y, mediante pruebas de ADN, demostrar que la teoría que algunos historiadores defienden es cierta. En ese grupo se encuentra Carmen García, investigadora y mecenas de un proyecto que ha procedido a la exhumación de los restos de algunos familiares de Pedro Álvarez de Sotomayor enterrados en dos sarcófagos de Santo Domingo en Tuy (Pontevedra) en el siglo XV.

No será una tarea sencilla y el objetivo, asegura García, “no es demostrar que era gallego, sino averiguar la verdad”. Es decir, quién era en realidad. Las tumbas abiertas han sido las del abuelo del aludido y su madre, Constanza de Zúñiga, con la que el padre de Pedro Madrugá, Fernán Yáñez de Sotomayor, tuvo una relación de la cual nació su hijo bastardo, al que reconoció en su testamento. Una vez extraído ese ADN, este se cotejará, según apunta el *Diario de Sevilla*, con la investigación realizada por José Antonio Lorente, catedrático de Medicina Forense de la Universidad de Granada, que hace 17 años exhumó en la catedral de Sevilla restos de la tumba de Cristóbal Colón.

Los resultados podrían llegar relativamente rápido, en aproximadamente dos meses. Entonces se sabrá si es cierta la teoría de que Colón y el apodado Pedro Madrugá eran realmente la misma persona. El primer nombre es de sobra conocido, pero ¿quién era Pedro Álvarez de Sotomayor? Aunque puede que en el resto del territorio nacional sea un desconocido, es alguien notable en la historia de Galicia.

Nacido en 1430 en Pontevedra, la fecha que figura en las crónicas de su muerte es el 16 de octubre de 1486. Una fecha de defunción oficial que es el principal argumento para descartar la teoría del origen gallego de Colón. ¿Cómo podía ser él si murió seis años antes del descubrimiento de América? Quienes defienden esta hipótesis argumentan que fingió su muerte.

La de Pedro Álvarez de Sotomayor fue una vida de encuentros y desencuentros y batallas para reclamar lo que consideraba suyo viviendo a caballo entre Galicia y Portugal, su país de acogida durante mucho tiempo y que le acercó al rey luso. Fue reconocido por su padre en su testamento de 1440 haciendo referencia a él como “mi hijo bastardo, Pedro de Sotomayor” y disponiendo que le diesen educación eclesiástica. Fue ordenado clérigo, como recoge su biografía en la web del Concello de Soutomaioir.

Posteriormente al no tener descendencia, su hermano lo legitimó en 1468 para que heredase llegando a ser Vizconde de Tuy y mariscal de Bayona en Castilla. Además, el rey Alfonso V de Portugal le otorgó el condado de Camiña en Portugal. El apodo de Madrugá se lo dieron porque en una disputa por los límites de su propiedad el otro litigante y él se retaron a una especie de carrera por quién llegaría antes y él, previsor, salió sin esperar a que amaneciese.

Pedro Madrugá fue una figura importante tanto en lo político como en lo militar en Galicia durante la segunda mitad del siglo XV. En la guerra de Sucesión Castellana entre Juana Juana la Beltraneja e Isabel de Castilla, se decantó por la primera. La historia quiso que se impusiese la segunda y eso le acarreó la enemistad de los Reyes Católicos, a los que se propuso visitar en la Corte de Castillas según cuentan las crónicas de la época para pedirles perdón.

La leyenda, que las pruebas de ADN podrían convertir en hechos reales, narra que fingió su muerte durante ese viaje, realizado en 1486, y que fue en ese momento cuando cambió su identidad haciéndose llamar Cristóbal Colón.

Lo que no cuadra es que su hijo, en un testamento redactado en 1491, dejase dicho que trajesen los “huesos de mis padres” para ser enterrados en la Iglesia Catedral de Tuy. La pregunta que se hacen los detractores de la teoría gallega de Colón es que cómo pueden ser la misma persona a quien su hijo daba por muerto en 1491 y quien un año más tarde descubriría un nuevo continente.

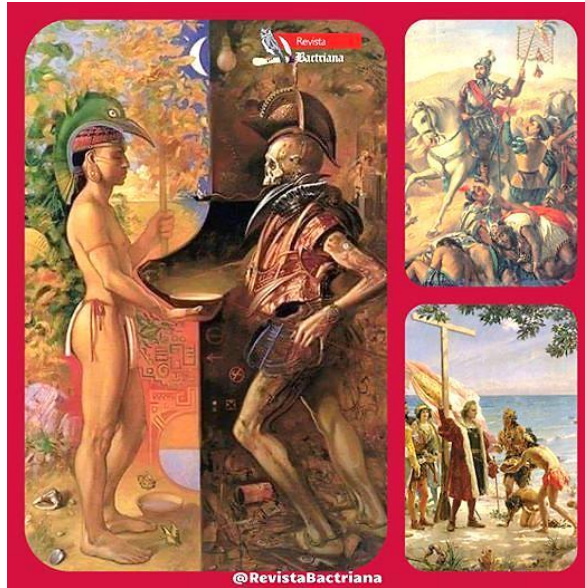
A propósito del 12 de octubre:

¿Quién enseñó a quién?

Fuente:

José Luis Gómez Navarro (2004). Historia universal. «La administración de los territorios americanos fue una copia del modelo de la administración hispana».

TOMADO DE: Revista Bactriana



La mayoría de las personas piensa que los españoles llegaron para enseñarles a los indígenas cultura, arquitectura, tradiciones, música, arte, etcétera, pero, ¿qué de cierto tiene todo esto?

A continuación lo veremos:

HIGIENE. Si los aztecas hubiesen conquistado España y no al revés, les hubieran enseñado a los españoles, a bañarse DOS VECES AL DÍA, y no una vez a la semana.

MEDICINA. La herbolaria azteca en esa época era la más avanzada del mundo, los “salvajes” indígenas tenían su escuela de medicina, donde existían distintas ramas: Medicina interna (Tlamatepatli), cirujano (texoxotla), hematólogo (tezoc-tezoani), etcétera, sabían las causas de las enfermedades, epidemias y cómo curarlas, sabían usar supositorios, pomadas, polvos, buches y ventosas.

ARQUITECTURA. Siguen en pie cientos de ejemplos de urbanismo, ingeniería, y arquitectura en toda América, llámese Teotihuacan, Tula, Xochicalco, Tenayuca, etcétera, todas ellas tienen una complejidad mayor que las pirámides de Egipto, y aún con todo esto, los españoles consideraban que fueron hechas por “salvajes”.

ASTRONOMÍA y MATEMÁTICAS. Los mayas fueron los que aportaron al mundo de las matemáticas el número “cero”, aunado al calendario más exacto que el Europeo, los mayas tenían una adelanta astronomía, con respecto a los invasores del oriente.

AGRICULTURA. La agricultura de los indígenas había logrado cultivar miles de hectáreas con un sistema único en el mundo antiguo, las “chinampas” o agricultura en el agua con islas artificiales, verdaderos jardines flotantes.

ARTE. Los trabajos indígenas en tela, barro o los distintos metales, madera, plumas, dejaron mudos a los europeos por su perfección y belleza, en América, se fabricaba papel siglos antes de la conquista, utilizando la corteza del árbol, y en ese papel se hacían libros y los famosos “códices”.

MÚSICA. Los españoles tampoco entendieron la importancia que tenía la música; los indígenas elaboraban poemas y cantos al amor y la amistad, así como la convivencia con la naturaleza.

ECONOMÍA y COMERCIO. Ninguna civilización había desarrollado tanto el comercio como los Incas y los Aztecas, su mercado llegaba hasta Nicaragua, y tenían una economía autosuficiente y organizada, cuando en España no sabían lo que era el drenaje.

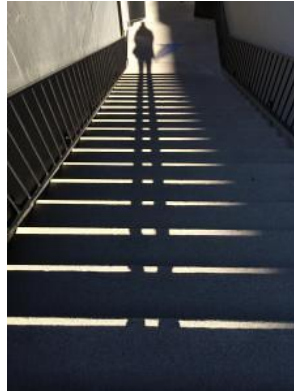
Nunca te quejes

(Atribuido a Pablo Neruda)

Publicado en *mayerutika* por Antonia Arévalo, Life&Executive coach

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional.

Recibido vía Twitter



CRÉDITO FOTO: MORGUEFILE-BUILDING.

*“Nunca te quejes de nadie, ni de nada,
porque fundamentalmente tú has hecho
lo que querías en tu vida.*

*Acepta la dificultad de edificarte a ti mismo
y el valor de empezar corrigiéndote.
El triunfo del verdadero hombre
surge de las cenizas de su error.*

*Nunca te quejes de tu soledad o de tu suerte,
enfrentala con valor y acéptala.
De una manera u otra es el resultado de tus actos
y la prueba que has de ganar.*

*No te amargues de tu propio fracaso
ni se lo cargues a otro,
acéptate ahora o seguirás justificándote como un niño.
Recuerda que cualquier momento es bueno para comenzar
y que ninguno es tan terrible para claudicar.*

*No olvides que la causa de tu presente es tu pasado
así como la causa de tu futuro será tu presente.*

*Aprende de los audaces, de los fuertes,
de quien no acepta situaciones,
de quien vivirá a pesar de todo.*

*Piensa menos en tus problemas y más en tu trabajo
y tus problemas, sin eliminarlos, morirán.*

*Aprende a nacer desde el dolor
y a ser más grande que el más grande de los obstáculos,
mírate en el espejo de ti mismo
y serás libre y fuerte y dejarás de ser un títere de las circunstancias
porque tú mismo eres tu destino.*

*Levántate y mira el sol por las mañanas
y respira la luz del amanecer.
Tú eres parte de la fuerza de tu vida,
ahora despiértate, lucha, camina, decídetes
y triunfarás en la vida;
nunca pienses en la suerte,
porque la suerte es el pretexto de los fracasados”.*

No parece que en realidad haya sido escrito por Pablo Neruda por más que las redes así lo confirmen. En todo caso es un poema que lleva a la reflexión y a la acción de tomar la responsabilidad sobre nuestro propio destino, huir de la queja, ser arquitectos, tomar conciencia de que con el presente seguimos construyendo un futuro que de nosotros depende.

GALERÍA



Olli Erkki Lehto

Nació el 30 de Mayo de 1925 y falleció el 31 de diciembre de 2020, ambos momentos en Helsinki, Finlandia.

Olli Lehto fue educado en Helsinki y, a medida que crecía, se preparó en diferentes temas los cuales consideraba podía especializarse. Fue muy aficionado a la geografía, y consideró que esta podría ser su tema de interés, pero también tenía una gran pasión por las mariposas - este era su pasatiempo escolar. Sin embargo, hubo otras influencias en el niño (referencia [4]):

También consideré entrar en el campo del derecho. Mi tío era profesor en la Universidad Tecnológica de Helsinki y trató de atraerme al campo de la tecnología, pero supe desde el momento que no era para mí. Mi padre tenía una maestría en matemáticas. Pensé que el campo me ofrecería una enorme gama de posibilidades después de la graduación.

Debido a que estalló la Segunda Guerra Mundial, Lehto nunca tomó su examen de matriculación y tuvo que sentarse detrás de un arma de artillería en la frontera oriental de Finlandia. Sin embargo, hay que detallar algunas historias finlandesas para entender los acontecimientos que tuvieron lugar durante la Segunda Guerra Mundial. Finlandia había aprovechado la oportunidad de declarar su independencia en diciembre de 1917, cuando Rusia estaba ocupada en sus propios asuntos internos ocasionados por la Revolución Rusa. Sin embargo, el país siguió viendo su seguridad amenazada por la Unión Soviética y, después de un intento fallido de crear una alianza con Estonia, Letonia y Polonia en la década de 1920, Finlandia firmó un tratado de no agresión con la Unión Soviética en 1932. Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial en 1939, Rusia y Alemania tenían un pacto, el llamado Pacto Ribbentrop-Molotov, para repartirse Polonia entre ellos. El ataque de dos frentes - los alemanes desde el oeste y los rusos desde el este - derrotó rápidamente al ejército polaco. La Unión Soviética claramente no confiaba en sus aliados alemanes, ya que exigían el territorio de Finlandia para mejorar la seguridad de Leningrado. Cuando los finlandeses se negaron, la Unión Soviética atacó Finlandia el 30 de noviembre de 1939. Los finlandeses pusieron una defensa notablemente buena contra su enorme vecino, pero, a pesar de las victorias iniciales finlandesas, se vieron obligados a firmar el Tratado de Moscú en marzo de 1940 que arrendaría grandes partes del sureste de Finlandia a la Unión Soviética. Finlandia veía ahora a Alemania como un posible aliado contra la amenaza soviética y, aunque no se firmó un acuerdo formal, las tropas alemanas entraron en Finlandia. Cuando Alemania atacó a su antiguo aliado, la Unión Soviética, el 22 de junio de 1941, Finlandia movió su ejército para recuperar la tierra dada a la Unión Soviética en el Tratado de Moscú.

A pesar de no haber realizado los exámenes de matriculación, Lehto pudo entrar en la Universidad de Helsinki en 1943. Dijo (referencia [4]):

1943 fue el último año que todavía se podía entrar solapadamente en la universidad, sin pasar el examen de matriculación.

Sin embargo, estaba mejor preparado de lo que esta cita podría sugerir, ya que pasó el verano antes de comenzar sus estudios universitarios leyendo por su cuenta los materiales para los cursos del primer año.

Las derrotas alemanas, sin embargo, finalmente permitieron a la Unión Soviética apoderarse del territorio de Finlandia en junio de 1944 y en septiembre de ese año volvieron a llegar a los términos del Tratado de Moscú. Esto requería que las tropas alemanas abandonaran Finlandia, pero se negaron a hacerlo. Finlandia atacó ahora a los 200.000 soldados alemanes estacionados en Laponia. Esta "Guerra de Laponia" se prolongó hasta el 27 de abril de 1945. Lehto fue un soldado del ejército finlandés entrenando en la Academia de Entrenamiento de Artillería Riihimäki en Riihimäki, a unos 70 km al norte de Helsinki. Además de luchar contra los soviéticos en la frontera oriental de Finlandia, también participó en la "Guerra de Laponia" en el norte, donde luchó contra los alemanes (referencia [5]):

En privado, a él le gusta señalar que en la Segunda Guerra Mundial tuvo el raro lujo de tomar algunas fotos "tanto de los comunistas como de los nazis".

Fue sólo después de la Segunda Guerra Mundial que Lehto se comprometió con las matemáticas. Escribe en la referencia [1]:

Las matemáticas me golpearon como un tsunami cuando tenía casi exactamente 20 años, cuando pude superar los años de guerra durante los cuales había suprimido mi deseo de aprender cosas nuevas.

A partir de ese momento fue un estudiante excepcional, pero su oportunidad de una educación internacional vino a través de la buena fortuna. Durante la Segunda Guerra Mundial, Rolf Nevanlinna había sido rector de la Universidad de Helsinki, pero, después de la derrota de Alemania en 1945, las autoridades de la Universidad de Helsinki consideraron que sería inapropiado tener un rector que se sabía que tenía simpatías alemanas, por lo que se le requirió renunciara al cargo. Sin embargo lo retuvo, pero en octubre de 1946 visitó Zúrich. Esto marca el comienzo de un período de quince años durante el cual fue profesor invitado en Zúrich. Nevanlinna jugó un papel importante en la carrera de Lehto a partir del momento en que fue jurado de la tesis de Maestría de Lehto. Impresionado con el trabajo de Lehto, Nevanlinna arregló para que recibiera una beca para estudiar con él en Zúrich (referencia [3]):

Sin su ayuda, yo no habría tenido posibilidad de ir al extranjero. Era bastante raro en ese momento.

Sus estudios en Zúrich resultaron particularmente significativos (referencia [4]):

En Zúrich, pude centrarme en mi tesis doctoral y participar en el seminario de investigación dirigido por Nevanlinna. Ese fue el momento en que me di cuenta de lo inspiradora que puede ser la enseñanza.

Lehto obtuvo su Maestría en 1947, y su Doctorado en la Universidad de Helsinki dos años más tarde, presentando la tesis *Anwendung orthogonaler Systeme auf gewisse funktionentheoretische Extremal- und Abbildungsprobleme*. Una reseña de la tesis de 51 páginas por Z. Nehari indica las áreas que esta cubrió:

En los capítulos del 1 al 3 de esta tesis, el autor reitera en gran medida los resultados anteriores, debido principalmente a Bergman y Schiffer, relativos a la aplicación de conjuntos completos de funciones ortonormales complejas a la teoría del mapeo conformado. A pesar de su gran elegancia intrínseca y su adaptabilidad para los cálculos numéricos, la teoría de funciones ortonormales complejas (centrado en el concepto de la función del núcleo Bergman) tenía el inconveniente de ser una mera teoría de la representación; los teoremas de la existencia fundamental tuvieron que ser tomados prestados de otros campos. En el capítulo 4, el autor llena este vacío en un caso importante al dar una prueba de existencia para las asignaciones de hendiduras paralelas (en el caso de dominios simplemente conectados, esto es idéntico al teorema de mapeo de Riemann) en el marco de la Teoría de la función ortonormal. Más allá de su papel en llenar este vacío, esta prueba es significativa por ser constructiva y no (como las pruebas clásicas) una mera "prueba de existencia". La función de asignación se construye primero en términos de un conjunto ortonormal completo y, a continuación, se muestra que la función obtenida tiene efectivamente las propiedades de mapeos deseadas.

Lehto publicó muchos trabajos en los años posteriores a la obtención de su doctorado. Por ejemplo, *On the existence of analytic functions with a finite Dirichlet integral* (Sobre la existencia de funciones analíticas con una integral finita Dirichlet) (1949), *On Hilbert spaces with a kernel function* (Sobre los espacios de Hilbert con una función kernel) (1950), *Some remarks on the kernel function in Hilbert function space* (Algunos comentarios sobre la función kernel en el espacio de la función de Hilbert) (1952), *On the distortion of conformal mappings with bounded boundary rotation* (Sobre la distorsión de mapeos conformados con la rotación limitada del límite) (1952), *A majorant principle in the theory of functions* (Un importante principio de la teoría de las funciones) (1953), *On an extension of the concept of deficiency in the theory of meromorphic functions* (Sobre una extensión del concepto de deficiencia en la teoría de las funciones melomórficas) (1953), y *Value distribution and boundary behaviour of a function of bounded characteristic and the Riemann surface of its inverse function* (La distribución del valor y el comportamiento límite de una función de característica delimitada y la superficie de Riemann de su función inversa) (1954).

Durante la primera parte de su carrera, Lehto tuvo dos trabajos, uno como matemático en la compañía de cable Suomen Kaapelitehdas Oy, un predecesor de Nokia, donde trabajó de 1947 a 1962. Su otro trabajo fue en la Universidad de Helsinki, donde fue docente de 1951 a 1956 y profesor asociado de 1956 a 1961 cuando fue promovido a profesor titular. Ocupó este cargo como profesor hasta 1988. Se desempeñó en una serie de cargos importantes durante estos años: fue Decano de Ciencias de 1978 a 1983, Rector de la Universidad de 1983 a 1988 y Consejero de 1988 a 1993. Además, tuvo varios cargos fuera de la Universidad de Helsinki. Por ejemplo, fue asistente de Rolf Nevanlinna en la Academia Finlandesa de Ciencias y Letras de 1953 a 1956. También fue profesor de investigación en la Academia Finlandesa de Ciencias de 1970 a 1975.

Hay una serie de aspectos diferentes de la carrera de Lehto en los que se debe enfatizar. Primero está su trabajo con la compañía de cable en la primera parte de su carrera. Lo describió como:

Un trabajo remunerado que hice con mi mano izquierda.

Pero, como se indica en la referencia [3]:

... terminó siendo la figura líder en el departamento de electrónica que fue establecida por la empresa; es decir, contribuyó a construir los cimientos de la informática finlandesa. Los primeros profesores de Finlandia sobre la materia fueron capacitados en la compañía de cable.

Ya se ha indicado algo de sus contribuciones a la teoría de funciones. Un aspecto particular que le interesaba era la teoría de los mapeos cuasiconformes. Esto se ilustra citando una reseña de Lars Ahlfors del texto de Lehto, escrito en conjunto con K. I. Virtanen, *Quasikonforme Abbildungen* (1965):

A partir de una semilla plantada por H. Graciasch en 1928, la teoría de los mapeos cuasiconformes ha desarrollado una vida saludable propia que no podría haberse previsto fácilmente. Originalmente no mucho más que una curiosidad, sus nociones comenzaron a impregnar la teoría de ecuaciones diferenciales elípticas en dos variables (Lavrent'ev, Morrey), y Teichmüller lo vio no sólo como una herramienta eficiente en la teoría de funciones geométricas, sino como una puerta de entrada a nuevos problemas de sabor inconfundiblemente clásico. Condujo a su debido tiempo a una solución simple del problema geométrico de los módulos, y hay signos alentadores de una teoría fructífera en varias dimensiones. Los mapeos cuasiconformes derivan gran parte de su fascinación de la interacción constante entre métodos geométricos y analíticos. Este es el punto de vista principal de este libro, en la medida en que los autores ignoran todas las aplicaciones e incluso los análogos de dimensiones superiores. El libro está destinado así a los lectores que ya están convencidos de la importancia de los mapeos cuasiconformes como una teoría independiente. Está escrito con mucho entusiasmo que atraerá tanto a expertos como a no iniciados. Los autores tienen un enfoque muy fresco, y en casi todos los casos mejoran las pruebas existentes. En este sentido, el libro contiene mucho trabajo original.

Tal vez en este punto también deberíamos mirar la monografía de Lehto *Univalent functions and Teichmüller spaces* (Funciones Univalentes y espacios de Teichmüller) (1987). William Abikoff termina una reseña maravillosa, que ponen a los espacios de Teichmüller en su contexto histórico, de la siguiente manera:

La compleja estructura analítica se discute (por primera vez en más de veinte años). De hecho, toda la estructura de la teoría básica se establece por primera vez. Me gusta mucho este libro. Creo que es un lugar maravilloso para alguien a quien le gusta el análisis complejo empiece a aprender las ideas centrales del tema. Además, hay un montón de problemas analíticos interesantes planteados dentro del texto. La escritura es un modelo de claridad - hemos llegado a esperar no menos de Lehto.

Aunque Lehto tuvo puestos permanentes en Helsinki, de 1948 a 1983 pasó un total de diez años como profesor visitante en el extranjero en instituciones de los Estados Unidos, India, Israel y Japón. Relata una buena historia en la referencia [1] acerca de uno de sus primeros viajes. En una visita internacional que estaba haciendo en 1949 se le obsequió con una bolsa de té mientras estaba en el vuelo. ¡Nunca había visto una bolsa de té antes y se preguntó si hacer un agujero en ella! De hecho la referencia [1] contiene información fascinante sobre los viajes de Lehto al extranjero cuando se reunió con importantes matemáticos – el relata dónde estaba sentado y lo que se comió en estas reuniones.

Hay otras contribuciones importantes que Lehto ha hecho a las matemáticas. Una de ellas es su destacado servicio a la Unión Matemática Internacional. Organizó el Congreso Internacional de Matemáticos celebrado en Helsinki en agosto de 1978. Después de esto, fue secretario de la Unión Matemática Internacional de 1983 a 1988. En particular, fue Secretario durante el Congreso de Varsovia celebrado en 1983, el cual estuvo plagado de problemas políticos.

Habló de las ventajas de asumir ese rol (referencia [4]):

Mi rol como Secretario de la Unión Matemática Internacional me proporcionó una visión brillante sobre el mundo internacional de las matemáticas. Abrió toda una red de nuevos contactos y posibilidades para mí.

También le permitió publicar *Mathematics Without Borders: A History of the International Mathematical Union* (Matemáticas sin fronteras: Una historia de la Unión Matemática Internacional) (1998). El editor escribe:

La historia de la cooperación matemática internacional en los últimos cien años -desde el primer congreso internacional en 1897 hasta los planes para el Año Matemático Mundial 2000- es una historia sorprendentemente convincente. Porque lo que refleja la historia de la Unión Matemática Internacional, es toda una lucha entre las potencias mundiales, así como las aspiraciones de cooperación entre las naciones en un mundo cada vez más interdependiente. Sin embargo, a lo largo de todo, la Unión Matemática Internacional ha patrocinado congresos internacionales en todo el mundo, y la apasionante historia del profesor Lehto lo convierte en uno de los grandes matemáticos de nuestro siglo, unidos en el propósito común de avanzar en su ciencia, contada en el telón de fondo de los acontecimientos mundiales.

...

Lehto ha escrito otros trabajos de importancia histórica como: su autobiografía *Ei yliopiston voittanutta* (1999); una biografía de Rolf Nevanlinna, *Korkeat maailmat* (2001), traducida al alemán como *Erhabene Welten: Das Leben Rolf Nevanlinnas* (2008); un libro sobre los hermanos Vilho, Yrjo y Kalle Väisslä, *Oman tiensä kulkijat* (2004); y el libro *Tieteen aatelia* (2008) sobre Ernst Lindelöf y su padre, Lorenz Lindelöf, fundador de la Sociedad Matemática Finlandesa. Lehto fue Presidente de la Sociedad Matemática Finlandesa de 1962 a 1985.

A lo largo de su carrera, Lehto ha recibido honores y premios que reconocen sus destacadas contribuciones. Ha recibido títulos honoríficos de varias universidades, el Premio al Mérito de la Fundación Cultural Finlandesa (1979), el Premio al Mérito de la Academia Finlandesa de Ciencias (1996), y fue una de las ocho personas en recibir un Premio a la Trayectoria de la Información Pública del Ministerio de Educación de Finlandia en 2009. La notificación de este último premio mencionado dice:

El premio al logro de por vida fue entregado al Académico Olli Lehto por su amplio trabajo de por vida en los campos de la investigación científica y la información pública. Lehto es uno de los matemáticos más reconocidos internacionalmente de Finlandia y un escritor activo en el tema de la historia de la ciencia.

Por último, volviendo a lo comentado al inicio de esta reseña biográfica, se tiene el amor de Lehto por las mariposas. De hecho, la referencia [1] contiene muchos detalles de cómo Lehto buscó mariposas en todos los lugares que visitó por todo el mundo. También publicó un libro (referencia [2]) que explica cuánto ha dominado en su vida el amor por las mariposas. Se termina esta reseña biográfica con una cita de la referencia [1] relacionada con su amor por las mariposas:

Un artista humano tiene el potencial de crear hermosas formas y colores, pero la naturaleza nunca comete un error. Cuando Dios colorea y decora las alas de la mariposa, sin excepción el resultado parece a un ojo humano como extremadamente sofisticado y elegante. ¿Qué poder sobrenatural controla este diseño artístico?

Referencias.-

Libros:

1. Lehto, *Ei yliopiston voittanutta* (Otava, Helsinki, 1999).
2. Lehto, *Perhosten värittäjä maailmani* (Otava, Helsinki, 2011).

Artículos:

3. Logic and a stroke of luck, *Helsinki University Bulletin* (2) (2008).
4. J Muukkonen, Science is universal, *Academy of Finland*. <http://www.aka.fi/en-GB/A/Academy-of-Finland/Media-services/Whats-new/Science-is-universal/>
5. J Muukkonen, Review: Erhabene Welten: Das Leben Rolf Nevanlinnas by Olli Lehto, *Mathematical Intelligencer* **34** (1) (2012), 57-62.