

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 5 – AÑO 22 Valencia, Miércoles 1º de Mayo de 2024



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN



Índice

Editorial.....	1
Grandes Matemáticos: WILLIAM BROUNCKER	2-3
¿Una 'profecía matemática' en la Alhambra? Versión del artículo original de ALFONSO J. POBLACIÓN	4-5
Cómo las figuras fractales nos ayudan a comprender el mundo y salvar vidas. Versión del artículo original de SANTI GARCÍA CREMADES	6-7
La vida secreta de Isaac Newton. Por JOSÉ SEGOVIA	8-10
Versiones de artículos originales de JAVIER YANES :	
Eunice Newton Foote, la pionera olvidada del efecto invernadero.....	11-13
Propulsión espacial manipulando el espacio-tiempo: ¿puede pasar del papel a la realidad?.....	14-15
Físicos Notables. Ganadores del Premio Nobel en Física 2010: ANDRE GEIM y KONSTANTIN NOVOSELOV	16
Químicos Destacados: Ganadores del Premio Nobel en Química 2012: ROBERT J. LEFKOWITZ y BRIAN K. KOBILKA	17
LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD (Entrada 36): El tensor energía-tensión. Publicado por: ARMANDO MARTÍNEZ TÉLLEZ	18-28
Efecto de la estrategia metodológica IREAL en el desarrollo del pensamiento divergente aplicado a la resolución de problemas matemáticos en alumnos del Primer Año de Educación Media. (Parte III). Marco Teórico. Por: Dra. ILIANA Y. RODRÍGUEZ	29-35
Dilemas estructurales y funcionales relacionados con el aprendizaje humano. La construcción de excedentes de significado y sentido. (Parte I). Resumen. Abstract. Introducción. Por: Dr. MIGUEL ÁNGEL CASTILLO	36-38
Interpretaciones generadas en la praxeología de las representaciones semióticas de las leyes de inferencia por estudiantes cursantes de la asignatura Lógica Matemática de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo. (Entrada 7 y última). Conclusiones y Recomendaciones. Por: Dra. EINYS FERNÁNDEZ	39-41
Luis Santaló y el nacimiento de la geometría integral en el exilio. Por ÁLVARO ROMANIEGA	42-43
Dos estudiantes resolvieron un problema matemático "imposible" de 2.000 años.....	44
Detectada la mayor explosión de la historia del universo. Versión del artículo original de NUÑO DOMÍNGUEZ	45
Así se hizo la luz en el universo tras 180 millones de años de oscuridad. Versión del artículo original de DANIEL MEDIAVILLA	46
Memoria cuántica: el experimento científico que logró atrapar y transportar partículas de luz (y por qué es importante para el futuro de la tecnología).....	47-48
Un antiguo agujero negro tan pesado como 1.000 millones de soles está apuntando directamente hacia la Tierra, según un nuevo estudio. Versión del artículo original de LAURA PRIEGO	49
El modelo matemático que dice que es posible volver al pasado (y soluciona un problema que enfrentan estas teorías). Versión del artículo original de CARLOS SERRANO	50-51
La vida en la Tierra es posible gracias a este crucial y muy poco conocido mecanismo del Sol (y de las demás estrellas). Versión del artículo original de JUAN CARLOS LÓPEZ	52-53
En rigor... ¿qué es la razón dialéctica (en la ciencia y en la vida espontánea)? Por: Dr. ALEXANDER MORENO	54-55
Algunos elementos trascendentales en el modo de pensar la filosofía en el siglo XXI. Nuestro miedo a la soledad. Por ZYGMUND BAUMAN	56-58
Hölderlin y el helenismo perdido. Versión del artículo original de PABLO CREZAL	59
Nuevos tiempos de futuro. Por: HERNANI ZAMBRANO GIMENEZ, Ph.D.	60
Thomas Kuhn y ¿Qué es un cambio de paradigma? Por: SAUL McLEOD	61-62
Maestro de la filosofía moderna. Immanuel Kant: la razón sin ataduras.....	63-64
El futuro del trabajo ¡El futuro es hoy! Por CHICHÍ PÁEZ	65
¿Quién fue? Don Teodoro Gubaira.....	66
Venezuela, personajes, anécdotas e historia. HENRY PITTIER . Versión del artículo original de Egly Colina Marín-Primera	67-68
Periodista venezolana Karina Sainz Borgo obtuvo en 2021 el galardón literario "O. Henry" de EE. UU.....	69
ARQUEO LITERARIO: Revisiones Críticas. (XVII).....	69
Galería: NKECHI MADONNA ADELEINE AGWU	70-72

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
Dra. Ivel Páez

COMISIÓN REVISORA DE MATERIAL A PUBLICAR:

Dra. Elda Rosa Talavera de Vallejo
Dra. Omaira Naveda de Fernández
Dr. José Tadeo Morales

Nº 5 - AÑO 22 - Valencia, Miércoles 1º de Mayo de 2024

LAS IDEAS Y OPINIONES DE LOS AUTORES DE LOS ARTÍCULOS QUE PUBLICAMOS EN HOMOTECIA SON RESPONSABILIDAD DE LOS MISMOS.
SI ALGÚN LECTOR TIENE OBJECIONES SOBRE ÉSTAS, AGRADECEREMOS NOS HAGA LLEGAR SUS COMENTARIOS A TRAVÉS DE NUESTRA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA, homotecia2002@gmail.com.

Diseño de Portada y Montaje Gráfico: R. A. A. H. Tema imagen: Día de las Madres 2024 en Venezuela.

La mayoría de las imágenes que aparecen en esta publicación, son obtenidas de Google, Facebook y MSN, vía Internet.

Para el acceso a todos los números publicados de la Revista HOMOTECIA, conectarse al enlace: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/homotecia/index.htm>

EDITORIAL

Dentro de nuestro trabajo sobre las temáticas **Inteligencia y Aprendizaje**, queremos hacer referencia a la tendencia contemporánea de relacionar la **Creatividad** con el **Aprendizaje**. La interpretación *creativista* ha sido la más difundida en tiempos recientes en lo que a la inteligencia se refiere y a sus procesos de aprender, explicar, comprender, y expresar. Ha estado con frecuencia en la mente de los filósofos y de los sociólogos de todos los tiempos. Pero este marcado interés tuvo su origen tras una conferencia dada por *Joy Paul Guilford* (1897-1987) en 1951 titulada *Creativity* (Creatividad) y con el escrito *“Ensayo”* publicado poco después.

Joy Paul Guilford nació cerca de Marquette, Nebraska, EE.UU. y falleció en Los Ángeles. Trabajó como psicólogo en la Universidad de Harvard y elaboró una teoría dinámica y factorialista, partiendo de la idea de que la inteligencia es la *“capacidad de enfrentarse dinámicamente con la realidad y responder de forma original y práctica a los problemas que se presentan en la vida”*.

Llevó a cabo numerosos análisis factoriales sobre la personalidad y las aptitudes cognitivas y elaboró un modelo de la estructura de la inteligencia, desarrollando al máximo los análisis factoriales de Thurstone

Sus trabajos suscitaban muchos cuestionarios sobre la originalidad, la novedad, la habilidad, la creatividad que se advierte en la personalidad en cuanto al ser y de la inteligencia en cuanto al obrar. Destacan entre sus obras *“Psicología general”* (1940), *“Creatividad y educación”* y *“Aptitud para la creación”*.

En sus estudios posteriores, tales como en *“La estructura de la Inteligencia”*, de 1956, y en *“La medida y el desarrollo de la creatividad”*, de 1962, o en *“La estructura factorial de la inteligencia”*, de 1964, perfila la teoría de la inteligencia como resultado de diversas operaciones que conducen a diversos productos en diversos campos, contenidos o terrenos.

El centro de referencia es, para Guilford, el pensamiento divergente o expansivo. Él pone al sujeto en disposición de resolver cuestiones. Para ello precisa iniciativa, fantasía, originalidad, inventividad, productividad, expresividad... y cuantas fuerzas le proyecten a actuar, no en función de aprendizajes (memoria), sino originales (fantasía y dinamicidad).

Discurrió un modelo morfológico, presentado en 1958, que intentaba superar la visión restringida de las aptitudes que mostraban los modelos factoriales. Suponía su idea una clasificación cruzada de fenómenos que se interceptan e interactúan. Se puede describir como una matriz matemática en tres dimensiones. Toma como punto de partida un análisis de cómo actúa el sistema cognitivo al resolver problemas.

Para ello establece tres categorías cuyas intercepciones dan lugar a cada aptitud:

- OPERACIONES: Tipo de proceso intelectual (valoración, producción convergente, producción divergente, retención de memoria, registro de memoria, cognición)
- CONTENIDOS: Tipo de información con el cual se trabaja (visual, auditivo, simbólico, semántico, comportamental)
- PRODUCTOS: Forma que adopta la información en el procesamiento que el organismo hace de ella (unidades, clases, relaciones, sistemas, transformaciones, implicaciones)

De esta forma una aptitud es una operación determinada, de seis posibles aspectos, sobre un contenido de información que da lugar a uno de los seis productos posibles. Con este sistema taxonómico Guilford encontró 150 aptitudes diferentes en 1977, que se ampliaron a 180 en 1988. En esta clasificación no aparecen relaciones jerárquicas entre los elementos, lo cual no quiere decir que no existan. Lo que aparecen son interconexiones entre un aspecto operacional, uno conceptual y uno operativo

Es como si en una matriz de laboratorio se mezclaran diversos elementos y se analizaran luego los compuestos resultantes de las diversas mezclas.

Por ejemplos si exploramos la fuente de las OPERACIONES, nos encontramos con cinco grandes formas de operar:

- Cognición: Lo que el individuo conoce o puede descubrir fácilmente a partir de lo que ya sabe.
- Memoria: almacenar información
- Producción divergente: cantidad y variedad de información producida a partir de una misma fuente.
- Producción convergente: consecución de resultados únicos o considerados como los mejores.
- Valoración: Alcanzar decisiones que estén de acuerdo con un criterio dado. Si nos detenemos en los CONTENIDOS o campos en donde se producen las actividades creadoras, hallamos varios “espacios de creatividad”:

- Contenido visuales, que afectan a todas la realidades externas que llegan a los ojos y que suponen dimensiones ópticas.
- Contenido auditivos que juegan con la audición y la producción auditiva como la música, la canción
- Contenidos simbólicos, que son todos los gestos y signos creativos como los iconos, los emblemas, las metáforas, las iconografías.
- Contenidos semánticos, en forma de palabras, de juicios y de argumentos coherentes y bien desarrollados, originales y sugestivos.
- Contenidos conductuales o acciones de la vida que van desde el movimiento artístico, como la danza, a los competitivos, como el deporte.

Y en cada intersección de las anteriores podemos hallar NIVELES de complejidad creciente, que van:

- desde las unidad que reflejan singularidad
- hasta las redes más complicada o implicadas
- pasando por los grupos o clases,
- por las relaciones o vínculos,
- los sistemas y los grupos o asociaciones de sistemas.

Es difícil imaginarlo con sólo la fantasía, pero, cuando Guilford perfila matrices de correlaciones y detecta nada menos que 150 o 180 elementos, rasgos, aspectos o factores que entran en juego, surge la interrogación y la duda. ¿Tan complicada es la máquina creativa que el hombre lleva dentro y que produce todo lo que brota de su inteligencia, o acaso que todo ello es lo que constituye su inteligencia creadora?

Si es la respuesta negativa, quedamos con la duda de si aprender a crear, el aprendizaje creativo va por este camino o no. Y si la conclusión es positiva intuimos que el proceso de aprender en clave de creatividad resulta una operación humana de mayor complejidad que lo que a simple vista nos ofrece la experiencia cotidiana.

La interpretación de Guilford, tal vez sobrevalorada en los últimos tiempos, es una respuesta válida a los desafíos que plantea la vida moderna. Por eso se aleja de interpretaciones especulativas y prefiere las pragmáticas, al mismo tiempo que promueve las operativas y personales.

La mayoría del material considerado para elaborar este editorial fue tomado vía Internet del Blog *“juandon. Innovación y conocimiento. La búsqueda del conocimiento en una Sociedad de la Inteligencia”*, de la página Web <http://contexto-educativo.com.ar/2001/1/gardner> y del libro *“HABILIDADES INTELECTUALES. Una guía para su potenciación”* (2011) de Lisbeth Sánchez González y Rafael Andrade Esparza (Alfaomega Grupo Editor S. A. de C. V., México. ISBN: 978-607-7854-55-5).

Reflexiones

“Lo que puedas hacer o soñar, ponte a hacerlo. La osadía está llena de genialidad, poder y magia”.

JOHANN W. GOETHE (1749-1832)

Dramaturgo, novelista, poeta y naturalista alemán, contribuyente fundamental del Romanticismo, al que ejerció una gran influencia y fue uno de los mayores exponentes del movimiento Sturm und Drang que dio origen al mismo.

Los Grandes Matemáticos



William Brouncker

(1620 - 1684)

Nació en 1620 (fecha desconocida) en Castlelyons, Norte de Cork, Irlanda, y murió el 5 de abril de 1684 en Westminster, Londres, Inglaterra.

William Brouncker fue un matemático irlandés que estuvo entre los fundadores y fue el primer Presidente de la Sociedad Real de Londres. Trabajó en fracciones continuas y logaritmos calculados por series infinitas.

William Brouncker era el hijo mayor de Sir William Brouncker, un hombre de alta importancia estrechamente asociado con los Reyes de Inglaterra y había luchado contra los escoceses en 1639. Sirvió a Carlos I como integrante de su gabinete particular y actuó como Vice-Ministro de su hijo Carlos, Príncipe de Gales. La madre de William Brouncker era Winifred Leigh quien vino desde Newenhan en Warwickshire. Era el tiempo en Inglaterra cuando el rey y el Parlamento se enfrentaron en una Guerra Civil, la familia Brouncker eran acérrimos partidarios monárquicos.

Se conoce poco de los primeros años de vida de Brouncker. El año 1620 se da como el de su nacimiento, pero esto es una suposición hecha por los historiadores y no obedece a una evidencia específica. Su lugar de nacimiento también es una suposición. Si nació en Irlanda o Inglaterra es un tema que aún se discute pero sin ninguna evidencia firme para apoyar esta o cualquier otra hipótesis. Lo que si es cierto es que Brouncker ingresó a la Universidad de Oxford cuando tenía dieciséis años de edad y allí estudió matemáticas, idiomas y medicina. Es dudoso sobre si Brouncker aprendió más que aritmética en Oxford, según Wallis, dado el estado en que se encontraba la matemática en este momento; por ello escribió:

... las matemáticas, en ese momento entre nosotros, eran escasamente consideradas como estudios académicos, sino más bien de mecánica – para el negocio de comerciantes, mercaderes, marineros, carpinteros, topógrafos de tierras y similares.

Era un tiempo difícil para Brouncker porque la situación política en Inglaterra estaba agitada. Cuando su padre luchó contra los escoceses en 1639, Carlos I había gobernado durante diez años sin un Parlamento. Carlos I, al quedar sin fondos para continuar la lucha contra los escoceses, convocó un Parlamento en 1640 para intentar recaudar dinero. La Guerra Civil inglesa explotó en 1642, los escoceses se unieron a las fuerzas del Parlamento y Carlos sufrió una serie de derrotas. Brouncker y su padre eran monárquicos y estaban definitivamente muy identificados con el bando perdedor.

El 12 de septiembre de 1645 el padre de Brouncker se convirtió en el Vizconde Brouncker del Castillo de Lyon. Él mismo se lo compró a la nobleza irlandesa y según Samuel Pepys, el diarista (leer por ejemplo la referencia [4]):

... le dio 1200 libras a un Lord Irlandés y juró el mismo día que él no tenía ni 12 peniques para pagar su cena.

El primer Vizconde Brouncker del Castillo de Lyon no vivió suficiente tiempo para disfrutar el noble título que compró porque murió dos meses más tarde. En ese momento William Brouncker, su hijo matemático, heredó el título convirtiéndose en el segundo Vizconde Brouncker del Castillo de Lyon. Seis meses más tarde el Rey finalmente perdió la Guerra Civil y se rindió. Fue una época para los monárquicos de mantener bajo perfil si querían sobrevivir y eso es exactamente lo que hizo Brouncker.

Recibió el grado de Doctor en Medicina de la Universidad de Oxford el 23 de febrero de 1647 (de hecho este febrero se ubicaba en este momento en 1646 ya que el año nuevo calendario comenzó en abril pero se considera acá como en 1647 porque es consistente con el actual calendario). Carlos I fue decapitado en enero de 1649 y en mayo de ese mismo año la madre de Brouncker murió. Los autores de la referencia [4] escriben:

Brouncker fue uno de los monárquicos que permanecían tranquilamente en el país continuando sus estudios.

Estos estudios eran en matemática y música, dos temas amados por Brouncker. Fue durante este tiempo que él trabajó sobre una publicación la cual de hecho sería su único libro. Descartes había escrito un libro sobre música en 1618 pero nunca había sido publicado. Sólo después de la muerte de Descartes en 1650 una editorial holandesa lo imprimió como un panfleto de 58 páginas con el título *Renati Descartes Musicae Compendium*. En 1653 Brouncker publicó traducido al inglés esta obra de Descartes pero agregó anotaciones propias que duplicó el tamaño de la obra.

Mersenne propuso una escala de 12 semitonos iguales después de la elaboración del manuscrito de Descartes y en sus anotaciones Brouncker propuso variaciones a las ideas de Mersenne, dividiendo la escala en 17 semitonos iguales. No debe ser sorpresa que todos los matemáticos de aquel tiempo estuvieran contribuyendo a la teoría musical y de hecho las anotaciones de Brouncker son altamente matemáticas usando algebra y logaritmos. Uno podría preguntarse por qué Brouncker eligió 17 semitonos iguales y otra vez la razón se basaba en la matemática porque se derivaba de razones basadas en la sección dorada.

Inglaterra se había transformado en una República en 1649, tras la decapitación de Carlos I. En 1653 Cromwell se había convertido en Protector y ocupó este cargo hasta su muerte en 1658. Los años del protectorado fueron los años más productivos de Brouncker en términos de matemática. Se tuvo que mantener fuera de los reflectores para evitar pagar por sus opiniones monárquicas, así que trabajó mediante correspondencia epistolar con Wallis y aprovechó resolver algunos problemas matemáticos difíciles que se verán a continuación. A través de Wallis y otros con quien él mantenía correspondencia, se involucró con un grupo de científicos que se reunían en el Gresham College de Londres. Aunque no se sabe exactamente cuando Brouncker se hizo miembro activo de este grupo, sí se sabe que él participaba en sus reuniones en Gresham para 1657.

Después de la muerte de Cromwell en 1658, su hijo asumió el control pero su actuación fue ineficaz. La situación se deterioró porque las tropas se acantonaron en la Universidad de Gresham, impidiéndole a los científicos continuar realizando las reuniones semanales. Monck, quien había sido nombrado como Gobernador de Escocia, marchó con un ejército sobre Londres y restauró el orden en los inicios de 1660. Brouncker fue uno de los que firmaron una declaración reconociendo los derechos de Monck. Monck llamó a nuevas elecciones para elegir un Parlamento, sabiendo que el estado de ánimo de la gente llevaría a elegir a monárquicos. Brouncker participó en estas nuevas elecciones y fue elegido como Miembro por Westbury en 1660. La situación en Londres mejoró, en particular por el hecho de que las tropas que habían estado acantonadas en la Universidad de Gresham se marcharon, permitiendo a los científicos reiniciar las reuniones semanales en Gresham. El domingo 28 de noviembre de 1660 Brouncker fue uno de los científicos de una docena que asistieron a una reunión en la Universidad de Gresham, para constituir la Sociedad para la Promoción del Aprendizaje de la Físico-Matemática Experimental sobre la cual declararon se encargaría de promover la filosofía experimental. La Convención del parlamento, del cual Brouncker era miembro, votó por restaurar la monarquía y Carlos II, hijo del ejecutado Carlos I, asumió el trono en 1660. El padre de Brouncker había sido vice canciller de Carlos cuando era príncipe de Gales y Brouncker era conocido por el nuevo Rey quien pronto lo recompensó por su leal apoyo. En 1662 el Rey designó a Brouncker como Canciller de la Reina Ana y guardián del gran sello.

La Sociedad en el Gresham solicitó a Rey Carlos II la reconociera e incorporara con categoría Real. Brouncker trabajó duro por la Sociedad asegurando que era una organización en actividad.

En particular él llevó a cabo muchos experimentos incluyendo algunos sobre balística, algunos sobre el péndulo y un estudio de la variación de la aguja magnética. El primero de estos temas él lo publicó como *Recoil of guns* (El retroceso de las armas de fuego). La Carta Real, la cual fue aprobada por el Gran Sello el 15 de julio de 1662, creó la Real Sociedad de Londres y la Carta Real nombraba a Brouncker como su primer Presidente. Dada la categoría de los miembros fundadores de la Sociedad, se podría considerar un poco extraño que Brouncker, que ciertamente no era el más eminente entre estos académicos, fuera nombrado Presidente. Pero ciertamente Brouncker se encontraba en los mejores términos en su relación con el Rey y esto debe haber sido un factor importante, pero había otras razones. Brouncker era un hombre de suficientes medios económicos propios, y también era soltero, por lo que tuvo tiempo para dedicarse a la Sociedad cuando muchos otros no lo tenían. Otra vez nadie podría haber sido más entusiasta en la promoción de los objetivos de la Sociedad que Brouncker, así que él fue posiblemente la mejor opción.

Como Presidente, él continuó su trabajo experimental. Birch en su *History of the Royal Society* publicada en 1667 escribe:

El Señor Vizconde Brouncker movió lo que en los experimentos concernientes a la medida de la primera velocidad de los cuerpos podría presentarse, es decir qué fuerza es necesaria para elevar, por ejemplo, una libra de peso una yarda de altura en un segundo de tiempo. Su señoría fue propuesta para ser el Comisario de ese experimento.

Brouncker ahora asumió una serie de funciones. Fue Presidente de la Universidad de Gresham en Londres, de 1664 a 1667. Uno de los intereses de Brouncker eran los barcos y construyó según un diseño propio, un yate para el Rey Carlos II. Este interés en el mar lo convirtió en una opción obvia para ser nombrado como Comisionado de la Marina de Guerra en 1664 y, al igual que con su trabajo en la Real Sociedad, asumió sus funciones con gran entusiasmo. El diarista Pepys, quien fue Secretario de la Junta de Marina de Guerra, registra lo que consideraba sobre Brouncker:

... una persona muy capaz.

En 1668 Brouncker fue nombrado como Controlador de las Cuentas de la Marina de Guerra. Pepys escribió:

La verdad es que [Brouncker] es el mejor hombre de todos, y yo esperaré, luego de mí, servirle a él...

Las cosas empezaron venirse a menos para Brouncker alrededor de 1675. Él se distanció de Hooke por unos comentarios que le hizo a Carlos II al asesorarlo contra una patente para el reloj de resorte regulado de Hooke. Hooke y otros miembros de la Real Sociedad comenzaron a considerar que había llegado el momento de un cambio de Presidente. Las elecciones anuales de 1675 y 1676 fueron pensadas por Hooke para ser desleales, y el hecho de que Hooke no fue elegido al Consejo en 1676, lo apuró decididamente a reformar el proceso electoral. Brouncker asistía con poca frecuencia a la Sociedad en 1677 pero parecía que todavía quería seguir siendo Presidente.

Hooke registra que el 18 de octubre de 1677 Brouncker estaba sentado en la silla de presidencia cuando se aprobó por un voto la propuesta de elegir el Consejo:

El Señor Brouncker en gran pasión, desvarió y se marchó.

Brouncker no estuvo presente en la reunión de noviembre que eligió a Sir Joseph Williamson para sucederlo como Presidente.

Los logros matemáticos de Brouncker incluyen trabajos sobre fracciones continuadas y cálculo de logaritmos por series infinitas. En 1655 dio una expansión de la fracción continua de $4/\pi$:

$$\frac{4}{\pi} = 1 + \frac{1^2}{2+3^2} \frac{1}{2+5^2} \frac{1}{2+\dots}$$

Este resultado, escrito en diez páginas, fue agregado por Wallis en su tratado *Arithmetica Infinitorum* y probablemente primero descubierto por Brouncker en 1654. Wallis habló a Huygens de este resultado y Huygens expresó fuertes dudas de que fuera verdad. Sin embargo después que Brouncker había calculado correctamente los primeros 10 lugares en la expansión decimal de π utilizando su fracción continua extendida, Huygens aceptó el resultado.

Probablemente también en 1654 Brouncker calculó la cuadratura de la hipérbola, aunque él no publicó este resultado hasta 1668. Apareció en un artículo publicado por Brouncker en el *Philosophical Transactions of the Royal Society* de 1668 pero él afirma claramente que este resultado es el referido por Wallis en 1665. Aunque no fue dada en esta forma, lo Brouncker probó es equivalente a demostrar que la integral de $1/(1+x)$ entre 0 y 1 era:

$$1/(1 \times 2) + 1/(3 \times 4) + 1/(5 \times 6) + \dots \quad \text{ó} \quad 1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + 1/5 - 1/6 + \dots$$

Brouncker dio un método para resolver la ecuación diofántica $nx^2 + 1 = y^2$, la cual evolucionó durante un intercambio de cartas entre 1657 y 1658 discutiendo el reto de un problema planteado por Fermat. Se cree que Euler erró al nombrarla "Ecuación de Pell", y que él tenía la intención de reconocer la aportación excepcional de Brouncker. Es interesante pensar que si Euler no hubiera cometido este error, entonces Brouncker, en vez de ser relativamente un desconocido matemático, sería universalmente conocido por la "Ecuación de Brouncker".

En 1659 la mejora de Brouncker del cálculo de Neile de la longitud del arco de la parábola semicúbica $ay^2 = x^3$ apareció en la obra de Wallis, *De Cycloide et de Corporibus inde Genitis*.

Brouncker ha ganado una reputación un tanto desafortunada. Pepys, quien como se ha visto era un buen amigo de Brouncker, pensó que él había tratado mal a la Sra. Turner, una de sus amigas femeninas, y esta de mala manera escribió en su diario:

Percibo que es de podrido corazón, un hombre falso como ninguno de los que conozco... y, por lo tanto, en consecuencia yo debo cuidarme de él, y espero que así sea.

Hay otros comentarios negativos sobre su persona que se creen son injustos y que provienen de confundirlo el escritor con su hermano Henry Brouncker quien:

... siempre se destacó por ser un hombre duro, codicioso y vicioso; pero su arte mundano y la habilidad en los juegos pocos lo superaban.

Parece un cruel giro que dos erróneas identificaciones, lo confundieran con Pell y también con su hermano Henry, han impedido que a Brouncker se le reconozca menos de lo que merece por sus justos méritos.

Referencias.-

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

Libros:

2. H. Hartley (ed.), *The Royal Society : Its Origins and Founders* (London, 1960).

Artículos:

3. J. Dutka, Wallis's product, Brouncker's continued fraction, and Leibniz's series, *Arch. Hist. Exact Sci.* **26** (2) (1982), 115-126.

4. J. F. Scott and H. Hartley, William Viscount Brouncker, *Notes and Records. Royal Society of London* **15** (1960-61), 147-156.

Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre "William Brouncker" (Febrero 2002).

FUENTE: MacTutor History of Mathematics. [<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Brouncker.html>].

¿Una 'profecía matemática' en la Alhambra*?

Paseando por sus jardines, se puede encontrar una misteriosa sucesión de números: 1492, 1898, 1936 y 2342.
¿Qué significan?

Versión del artículo original de ALFONSO J. POBLACIÓN

TOMADO DE: ABC – España / Sección ABCDARIO DE LAS MATEMÁTICAS – 10 de enero de 2022



EN 1238 LOS SULTANES NAZARÍES EMPEZARON A CONSTRUIR LAS EDIFICACIONES DE LA ALHAMBRA.
CRÉDITO IMAGEN: LUCIA RIVAS.

*La Alhambra es un complejo monumental sobre una ciudad palatina andalusí situado en Granada, España. Consiste en un conjunto de antiguos palacios, jardines y fortaleza, inicialmente concebido para alojar al emir y la corte del Reino Nazarí, más tarde como residencia real castellana y de sus representantes.



Alfonso Jesús Población Sáez es profesor de la Universidad de Valladolid y miembro de la Comisión de Divulgación de la Real Sociedad Matemática Española (RSME)

El ABCdario de las Matemáticas es una sección que surge de la colaboración con la Comisión de Divulgación de la RSME.

Paseaba tranquilamente por los **jardines de la Alhambra** (es un decir lo de tranquilamente), intentando evadirme del gentío que hacía difícil imaginar cómo fue la vida cotidiana de emires, sultanes, visires, princesas, eunucos, concubinas... En fin, toda la corte andalusí del momento. Era la tercera vez que estaba en Granada y en la que más he podido disfrutar y perderme por sus maravillosos rincones. Entre los muchos pensamientos que aquellos lugares inspiran estuvo el privilegio que tuvo que ser haber vivido allí, ver amanecer y atardecer desde dentro, como lo hizo el romántico **Washington Irving**, que no me extraña que en tal entorno escribiera tan bella recopilación de cuentos y leyendas.

Desafortunadamente, Irving no era matemático, ni ha quedado constancia que las maneja.

Sólo así se explica que no se percatara del enorme potencial que tienen todos y cada uno de sus recovecos. Sin embargo, en la corte andalusí sí había científicos, geómetras, ingenieros y astrólogos (que le vamos a hacer; era una época en la que los términos astronomía y astrología no estaban diferenciados). ¿En qué pensaría cada uno de los miembros de aquella corte sometidos a un asedio y falta de suministros de cinco meses largos? Boabdil, como todos los reyes, emperadores, gobernantes, etc., de todo tiempo, lugar y condición (a la Historia me remito, que no se me enfade nadie, pero así es; pocas son las excepciones), estaría pergeñando en cómo salvar el pellejo, teniendo para ello conversaciones privadas con sus oponentes para resolver el conflicto del mejor modo posible. Pero los matemáticos, los de antes y los de ahora, estarían dándole al coco viendo cómo ayudar en tan crítica situación, aunque seguramente poco caso les harían finalmente (como también la Historia nos enseña). Y los astrólogos, también a lo suyo, a montar conjuros, maldiciones y todo tipo de supercherías que no se creen ni ellos (bueno, en aquel tiempo, a lo mejor sí se lo creían).

Este preámbulo viene a que en mi visita me di cuenta, en uno de los muchos pasadizos cerrados tras una verja que encontramos a lo largo de las diferentes estancias del complejo (seguramente vías rápidas de escape, como en la práctica totalidad de castillos y fortalezas), me percaté, casi a ras de suelo y rayados sobre el mortero (lo que dejando volar la imaginación sugiere que se hicieron deprisa y corriendo), de unos caracteres numéricos un tanto enigmáticos. Afortunadamente la tecnología actual (la cámara del móvil o celular) me permitió sacar una fotografía que después analicé con más tranquilidad. Tras varios días de darle vueltas (uno es matemático, no paleógrafo), concluí que indicaban, expresados en nuestra terminología actual:

$$1492^n - 1898^n - 1936^n + 2342^n$$

Debajo, casi indistinguibles, aparecen otras cifras. La más nítida es 777.

En un principio, pensé que era una simple cuenta, porque esos cuatro números estaban puestos unos encima de otros, como hacemos hoy en día. Además, en un principio el exponente me pasó inadvertido, por lo que parecen sencillamente sumas y restas, quizá un juego o algo similar ya que el resultado es cero: **1492 – 1898 – 1936 + 2342**.

Ya saben que yo no creo en nada que tenga que ver con el esoterismo, ni otras memeces (para mí; respeto al que crea en ellas, pero son memeces). El primer número, 1492, está claro que indica el año en que los Reyes Católicos tomaron posesión del lugar. Y aquí empieza lo inquietante: si ese número indica un año, no hay razón para pensar que los demás no lo sean también. Y llámenme loco, pero, a poca historia que uno sepa, 1492 es el año de la rendición de la ciudad, 1898 y 1936 son fechas de infausto recuerdo para los españoles (dos guerras; la primera con la pérdida total de las colonias y la guerra civil). Pensándolo más detenidamente también resulta curioso que estén escritos siguiendo el calendario gregoriano, como para que los conquistadores se enteraran bien de algún mensaje. ¿Quizá una maldición? ¿Qué significará el 2342? Parece el final de algo (es la última fecha), ¿quizá el fin del mundo? Aunque, todas son fechas relacionadas con nuestro país: ¿el fin de España? En fin, tonterías como decía antes.

Pero vamos a la parte matemática. Sucede que, dando a n valores naturales (recuerden, 1, 2, 3, ...), la expresión es siempre divisible por 777 (el número que aparece aparte), y supongo que sabrán el simbolismo que culturas como la musulmana adjudicaron al 7. Además tres veces: «Alá ha creado 7 cielos, 7 tierras y 7 días».

A poco que hayan manejado potencias de números enteros (y esos son enteros de cuatro dígitos), se habrán dado cuenta de que llega un momento en que su valor crece tanto, que se hace inmanejable rápidamente. ¿Cómo demostraron, para cualquier n natural, que esa expresión es divisible por 777? ¿Quizá por inducción? A mi así no me sale nada (o no lo veo). ¿Hay más números que dividan a esa expresión, para cualquier n ? Quizá alguien esté pensando: «¡Vaya tontería! Seguro que 777 es factor común de los cuatro números». Pues no miren, no es tan trivial. Les dejo las factorizaciones de esos números para que no tengan que perder el tiempo en eso:

$$1492 = 2^2 \cdot 373$$

$$1898 = 2 \cdot 13 \cdot 73$$

$$1936 = 2^4 \cdot 11^2$$

$$2342 = 2 \cdot 1171$$

Espero que, en algún momento, alguno de ustedes sea capaz de dar respuesta a alguna de las cuestiones (por supuesto las de carácter matemático; la de si 2342 tiene algún significado especial nos da un poco igual: total, ninguno de nosotros va a llegar a ese año).

Como curiosidad, para que se percaten de cómo crecen los números potencialmente, si intentan sustituir n por 2022, el año que empezamos, verán que es un número de 6814 dígitos

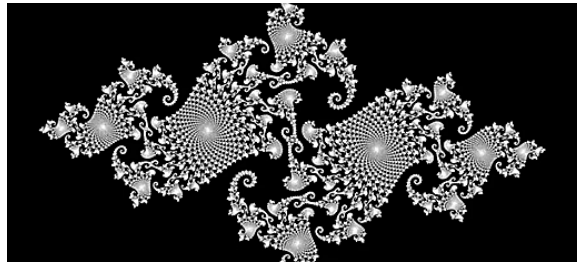
Quizá fuera una buena idea el escribir unos '**Cuentos matemáticos de la Alhambra**'. Por si sirve de algo, yo ya les he dejado uno de ellos, pues todo esto es un relato inventando para recordar que las matemáticas sí que son una certeza.

Cómo las figuras fractales nos ayudan a comprender el mundo y salvar vidas.

Versión del artículo original de SANTI GARCÍA CREMADES

Profesor de Matemáticas y Estadística, Universidad Miguel Hernández - Universidad pública española con sede principal en Elche.

TOMADO DE: The Conversation – 14 de marzo de 2021



FRACTAL DE JULIA. WIKIMEDIA COMMONS / HSKIM000.

El mundo está *fractal*. Y no me refiero al hambre en el mundo. Ni al cáncer, a la guerra o al último programa de la Isla de las Tentaciones.

Fractal es la naturaleza, el cosmos y la manera que tenemos de interpretarlos. El concepto de fractalidad nos sirve cada día. De hecho, en los tiempos que corren cada vez lo usamos más y salva muchas vidas.

Por cierto, qué expresión más fea la de “los tiempos que corren”. Es cierto que el tiempo corre, a veces, hasta vuela; pero mejor vamos a hablar del tiempo con calma, ¿no?

Podríamos hablar de “los tiempos que pasean”. Así nos daríamos cuenta del paisaje de alrededor. Contemplaríamos el mundo y, por tanto, lo descubriríamos mucho más. Si el tiempo pasea, de cuando en cuando ocurre una serendipia: un hallazgo involuntario o no direccionado. Los fractales son fruto de ese paseo.

¿SON SUFICIENTES LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS PARA ENTENDER EL MUNDO?

El mundo está fractal, sí. Pero eso lo sabemos desde hace bien poco. De hecho, en la Grecia Antigua se pensaba que la naturaleza se describe con figuras geométricas regulares. Establecieron un estudio sobre triángulos, rectángulos, polígonos de muchos e incluso infinitos lados, como el caso de la circunferencia.

Se vinieron arriba. Tenían, incluso, números irracionales. Uno descubrió el número $\sqrt{2}$; otro, el π (pi); otro, el número ϕ (fi). Era todo maravilloso.

Pero los triángulos y rectángulos resultaban insuficientes para explicar la geometría de los árboles, montañas, copos de nieve o cualquier superficie irregular, como tu cara. Y como las matemáticas no dejan de avanzar y sorprendernos, a mitad del siglo XX se descubrió otro tipo de figura que no respondía a la geometría clásica.

Un fractal es una figura con una estructura que se repite continuamente y que tiene una cierta dimensión. Hay algo que se repite una y otra vez, una y otra vez... Algo así. Como la figura de un copo de nieve, como cuando nos miramos en dos espejos enfrentados y miramos nuestro reflejo.

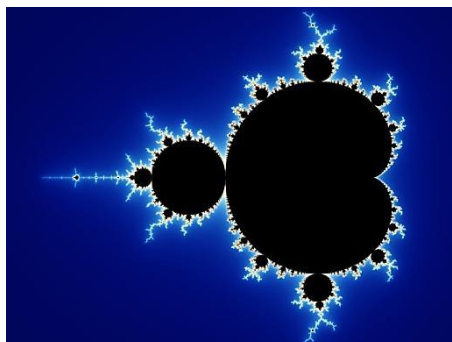
EL ORIGEN DE LO FRACTAL

El concepto de fractal lo introdujo Mandelbrot, matemático polaco con nombre de delantero de la Real Sociedad, quien falleció en 2010. Benoit Mandelbrot definió un tipo de conjunto con una expresión analítica. En 1980, mostró las diversas variantes del conjunto que hoy lleva su nombre. Podemos decir que Mandelbrot es el padre de la Geometría Fractal.

Bueno, en realidad, no es solo cosa de Mandelbrot. Los fractales deben su origen al francés Henri Poincaré. Sus ideas fueron tomadas por dos matemáticos, también franceses, Gaston Julia y Pierre Fatou, hacia el año 1918.

En concreto, fue Julia quien estableció un tipo de conjuntos que nunca pudo ilustrar (al no tener ordenadores) y que guardan relación con los que Mandelbrot propondría 60 años después.

Tras Julia, hubo un paréntesis en el estudio de los fractales. No se retomaron hasta 1974, cuando la empresa IBM les dio un enorme impulso, contratando a los mejores matemáticos de la época y aprovechando el desarrollo de la computación digital.



VISTA DEL CONJUNTO DE MANDELBROT. WIKIMEDIA COMMONS / WOLFGANG BEYER, CC BY-SA.

LAS FORMAS FRACTALES FORMAN PARTE DE LA NATURALEZA

Las formas fractales, esas en las que las partes se asemejan al todo, están presentes en la materia biológica .

Un ejemplo, son las simetrías, las formas básicas que solo necesitan la mitad de información genética. Otro, las espirales, figuras de crecimiento y desarrollo de la forma básica hacia la ocupación de un mayor espacio).

Pero también formas más sofisticadas en el desarrollo evolutivo de la materia biológica en cuanto que se presentan en procesos en los que se producen saltos cualitativos en las formas biológicas. Es decir, posibilitan catástrofes (hechos extraordinarios) que dan lugar a nuevas realidades más complejas.

Es el caso de las hojas que presentan una morfología similar a la pequeña rama de la que forman parte que, a su vez, presenta una forma similar a la rama mayor de la que forma parte. No se queda aquí: esta, además, es similar a la forma del árbol.

Ahora bien, cualitativamente no es lo mismo una hoja (forma biológica simple), que una rama o un árbol (forma biológica compleja).

LOS FRACTALES EN MEDICINA: CÓMO LAS MATEMÁTICAS “SALVAN VIDAS”

Si hacemos a algo realmente relevante en nuestra vida referencia es precisamente la propia vida. Aquí tienen mucho que decir los fractales, sobre todo en medicina.

A la hora de representar la naturaleza con fidelidad, los triángulos, rectángulos, elipses, etc. no bastan. Lo mismo sucede con paisajes, montañas, nubes o rostros faciales. Faltaba algo más.

Es por ello por lo que el concepto de fractal ha sido la clave. A esta simulación de fractales se conoce como autosimilaridad estadística, una repetición de ciertos patrones a nivel computacional. Pixar lo utilizó en los 90 , y lo sigue utilizando, cambiando totalmente la simulación en 3 dimensiones.

Ahora bien, tienen un uso que va más allá de diseño gráfico. De hecho, se trata de un caso claro de cómo “las matemáticas salvan vidas” . Nuestro cerebro, nuestros pulmones, nuestra huella dactilar, incluso nuestros dientes tienen estructura de fractal. Todos los programas de reconocimiento médico avanzados usan esta tecnología. Por ejemplo, para poder localizar un tumor, el daño producido por diversas enfermedades o el consumo de drogas.

Son muchas las nuevas tecnologías que se aplican al campo de la medicina. Entre ellas, los escáneres que realizan una resonancia magnética nuclear . Estos toman imágenes en dos dimensiones para posteriormente transformarlas a tres dimensiones y, así, conocer mejor la estructura interna de los órganos. Tales imágenes aportan información a la investigación sobre que el cerebro posee una estructura fractal, de una dimensión que está entre dos y tres.

Los fractales nacieron de esa curiosidad por estudiar unas figuras geométricas nuevas, unas figuras de dimensiones no enteras . Una locura para muchos, una realidad para el que tiene la capacidad de imaginar.

No hubo más interés que la mera curiosidad por el conocimiento. Mandelbrot no buscó una aplicación pero, como casi todo en Matemáticas, tarde o temprano se encuentra una utilidad práctica.

Esta es una historia de serendipia, una herramienta realmente importante que surge como producto de un algo involuntario. Y los fractales han tenido un uso bien rápido. Fractales han sido esenciales en la simulación por ordenador, se están usando en la mejora y reducción de ruido en radiografías, en el reconocimiento facial, de voz y hasta táctil. Los fractales detectan nuestra unicidad en el mundo.

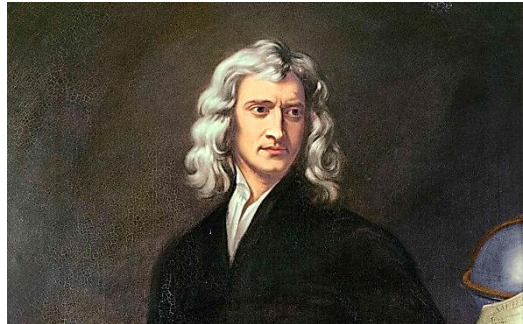
Porque sí: el mundo está fractal.

LA VIDA SECRETA DE ISAAC NEWTON.

Es el científico por antonomasia y, sin embargo, era un devoto esotérico gran aficionado a la alquimia y seguidor del arrianismo. Esas aficiones ocultas explicarían su extraña tardanza en publicar sus geniales descubrimientos.

Por JOSÉ SEGOVIA

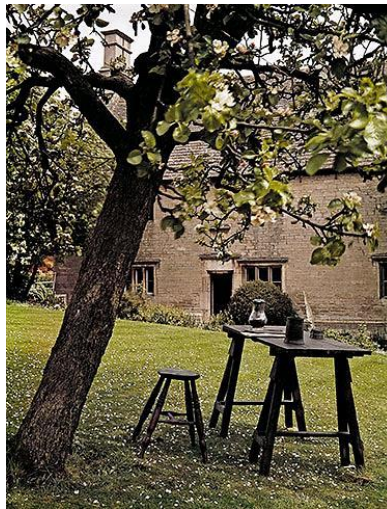
TOMADO DE: El Correo / 24 de diciembre de 2021



El padre de Isaac Newton falleció antes de que él naciera, el día de Navidad de 1642. Su madre se volvió a casar y lo envió a vivir con sus abuelos. Gracias a eso, Newton cambió su destino de granjero acomodado e iletrado (como su padre) por el de genio.

Se han cumplido más de 340 años de la publicación de 'Principios matemáticos de la filosofía natural', donde Newton formuló la ley de la gravitación universal.

El pequeño Isaac tenía tres años cuando su madre lo envió a vivir con sus poco cariñosos abuelos maternos, un cambio brutal que lo convertiría en el futuro en un individuo solitario. Pero aquel suceso de su infancia tuvo un lado positivo. Al contrario que su progenitor, sus abuelos maternos le proporcionaron una buena educación, lo mismo que habían hecho con su hijo William, al que animaron a estudiar en Cambridge.



LAS MANZANAS DE LA CIENCIA.

En el jardín de su casa, en Lincolnshire, se conserva un hijo del árbol del que se dice [no está claro] que cayó la manzana que le inspiró sobre la gravedad. Fuente Foto: ALBUM.

Como él, Newton entró en esa universidad con 18 años y lo primero que hizo fue ignorar los programas de estudios. El introvertido estudiante se instruyó a sí mismo leyendo lo que le apetecía, como las obras de Descartes, Kepler o Galileo. Por primera vez en su vida, Newton estaba en su salsa.

Galileo se alineó con la concepción copernicana del universo, que otorgaba al astro rey el papel protagonista en el sistema solar y ponía en entredicho el geocentrismo, que defendía la Iglesia. En febrero de 1633, Galileo fue acusado de desobediencia y herejía, razón por la que abjuró de su teoría para salvar su vida. Newton conocía al dedillo los entresijos de esta historia y también sabía que algunos de sus propios secretos, los más ocultos, podían situarlo en el futuro en una situación igualmente comprometida.

PADRE DE LA FÍSICA

Fue durante sus años de universidad cuando el joven científico llevó a cabo la mayoría de los trabajos por los que hoy es famoso; como por ejemplo, el 'cálculo infinitesimal', sin el que las modernas ciencias físicas no existirían.

Una vez que Newton obtuvo la licenciatura, la Universidad de Cambridge cerró sus puertas por un brote de peste, y el joven científico regresó a Lincolnshire, donde permaneció hasta 1666. En ese tiempo ocurrió la anécdota de la manzana. El propio Newton contó que la vio caer de un árbol y se preguntó si la gravedad que le influía era la misma que mantenía a la Luna en órbita alrededor de la Tierra. Eso suponía que ya tenía en la cabeza la ley de la gravitación universal.



SUS PRINCIPIOS.

La biblioteca del Trinity College de Cambridge custodia el ejemplar personal de Newton [anotado y corregido por él] de sus 'Principios matemáticos de la filosofía natural'. Fuente foto: ALBUM.

Pero ¿por qué esperó casi veinte años para publicar ese hallazgo? El famoso economista John Maynard Keynes, que escribió una apasionante biografía del científico, da una posible respuesta. Aseguraba que Newton era profundamente neurótico. «Sus instintos más profundos eran ocultos, esotéricos, semánticos; con profundas evasiones del mundo, un temor paralizante a exponer sus pensamientos, sus creencias, sus descubrimientos -en toda su desnudez- a la inspección y la crítica del mundo [...]».

También resalta Keynes el carácter poco sociable del científico, que protagonizó sonados choques con algunos de sus colegas. Keynes sostiene que «los demasiado conocidos conflictos y disputas con Hooke, Flamsteed, Leibniz, son, por sí solos, un testimonio clarísimo de esto. Como todos los de su tipo, se mantenía totalmente alejado de las mujeres. Se enajenaba y no publicaba nada, excepto bajo la presión extrema de sus amigos», afirmaba Keynes.



ACCIDENTES CON LA LUZ Y LA ÓPTICA.

En 1692 se le quemaron las notas de dos años de estudio de la luz y la óptica. En otra ocasión, casi se queda ciego por escrutar el sol con un espejo. Fuente imagen: AGE.

Otra explicación posible a su tardanza en publicar sus teorías podría ser la fascinación que sentía Newton por la alquimia y la religión, unos intereses que ocultó con habilidad cuando adivinó que podían perjudicarlo.

Un ejemplo. En 1667 fue elegido miembro del consejo de gobierno del Trinity College de la Universidad de Cambridge, lo que suponía un honor, pero también un grave peligro si se descubría su secreto: Newton era arriano y no creía en la Santísima Trinidad.



ENGAÑAR AL TRINITY COLLEGE.

Newton era arriano y, por lo tanto, negaba la Santísima Trinidad. Lo ocultó para poder ingresar en el Consejo de Gobierno del Trinity College de Cambridge. Fuente foto: ALBUM.

En aquella época, los nuevos miembros del consejo tenían que jurar su compromiso con la ortodoxia religiosa, que como no podía ser de otra forma en una institución que se llamaba Trinity incluía una especial reverencia por la Santísima Trinidad. El científico, que no quería mentir, se las ingenió para que el rey Carlos III, que era un entusiasta de la ciencia, le dispensara de dicho juramento. Su secreto quedó así a salvo.

Una vez que concluyó su gran etapa de descubrimientos, Newton se embarcó de lleno en el estudio de esas materias (religión, alquimia, esoterismo...) tan alejadas del método científico. De hecho, tras su muerte, en 1727, sus parientes heredaron documentos extraños. Había artículos sobre matemáticas y física, pero también escritos intrigantes sobre teología y alquimia.

En 1872, uno de los descendientes de Newton donó ese tesoro documental a Cambridge. El comité que revisó los documentos seleccionó solamente los escritos científicos y devolvió a la familia los teológicos y de alquimia. Los prohombres de la docta institución debieron de pensar que lo fundamental era evitar a toda costa que el mundo supiera que el fundador del método científico había sido un oscuro alquimista. Había que ocultar los extravagantes escritos de Newton, el científico por excelencia, en cuyo mausoleo en la abadía de Westminster se puede leer un epitafio en el que se lo renombra como un genio de la ciencia dotado de «una fuerza mental casi divina».



SUS MANUSCRITOS MÁS ÍNTIMOS

En julio de 1936, los escritos del científico que permanecían en poder de sus descendientes salieron a la venta en la casa de subastas londinense Sotheby's. El famoso economista británico John Maynard Keynes adquirió gran parte de los escritos de alquimia, que legó a la Universidad de Cambridge diez años más tarde. Newton firmó muchos de sus textos sobre alquimia con el seudónimo de Jeova Sanctus Unus, que se interpreta como un lema antitrinitario. El orientalista Abraham Shalom Yahuda se hizo con otros escritos de temas religiosos. Poco antes de morir, los donó a la Biblioteca Nacional de Israel. Hay otros documentos de Newton desperdigados en distintas bibliotecas e instituciones.

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

Eunice Newton Foote, la pionera olvidada del efecto invernadero.

Eunice Newton era solo una nota a pie de página en la historia ciencia, hasta que en 2010 un geólogo jubilado descubrió algo en un viejo libro. Esta científica amateur, y descendiente de Isaac Newton, fue la primera en relacionar los niveles de CO₂ con el aumento de la temperatura en la Tierra, aunque llegó a ese pionero acierto tras un experimento erróneo.



Hasta hace un poco más de una década la ciencia del cambio climático tenía como padre fundador a John Tyndall, físico irlandés que en 1859 demostró lo que hoy conocemos como efecto invernadero, el calentamiento terrestre debido a la atmósfera. Pero a menudo ocurre que la investigación no solo nos ayuda a avanzar hacia delante, sino también a detenernos, mirar atrás y descubrir qué hemos dejado olvidado por el camino. Y fue en 2010 cuando la curiosidad de un geólogo retirado descubrió que habíamos dejado atrás a *Eunice Newton Foote* (nacida el 17 de julio de 1819 y fallecida 30 de septiembre de 1888), una pionera de los derechos de la mujer que durante siglo y medio ha sido olvidada como la científica que se adelantó a Tyndall en tres años; el efecto invernadero tuvo madre antes que padre.

A mediados del siglo XIX el movimiento por los derechos de la mujer cobraba fuerza. En julio de 1848 se celebraba en Seneca Falls, en el estado de Nueva York, la primera convención, liderada por la pionera activista Elizabeth Cady Stanton y así como por las mujeres cuáqueras locales. El resultado de aquella reunión fue la *Declaration of Sentiments*, un manifiesto por los derechos de la mujer —incluyendo el sufragio— que fue rubricado por 68 “damas” y 32 “caballeros”. Entre las primeras se encontraban la propia Cady Stanton, su hermana Harriet y otras activistas como las hermanas cuáqueras Lucretia Coffin Mott y Martha Coffin Wright.



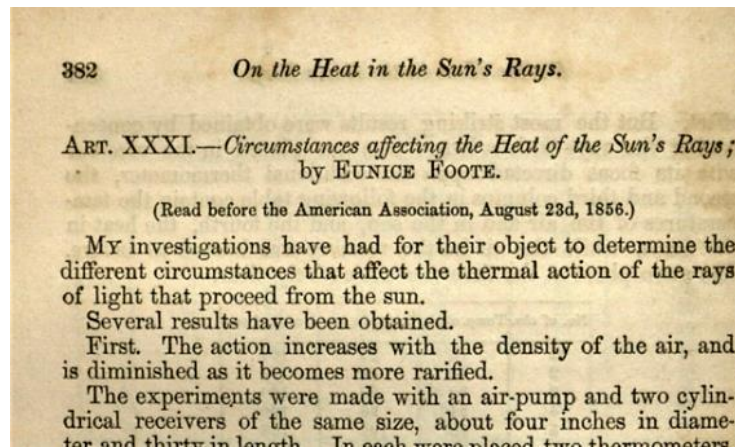
LA JOVEN NEWTON ESTUDIÓ FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS ANTES DE DEDICARSE A LA FÍSICA EXPERIMENTAL, ADEMÁS DE SER ACTIVISTA POR LA IGUALDAD ENTRE MUJERES Y HOMBRES. FUENTE IMAGEN: WIKIMEDIA.

Entre las 68 mujeres firmantes se encontraba también el nombre de Eunice Newton Foote, una joven nacida en Goshen, Connecticut, criada en Bloomfield, Nueva York, que estaba casada con el juez y matemático Elisha Foote, tenía dos hijas llamadas Mary y Augusta, y era amiga y vecina de Elizabeth Cady Stanton en Seneca Falls. Como los otros 99 signatarios, Newton Foote merece un recuerdo por haber impulsado de forma determinante una causa tan necesaria para el progreso social en tiempos en que la lucha por la igualdad de las mujeres se veía como una extravagancia, un peligro o solo una pérdida de tiempo.

UNA DESCENDIENTE DE NEWTON PIONERA DE LA CIENCIA AMBIENTAL

Pero por lo demás, Newton Foote no pasaría de ser una nota a pie de página de la historia. Esa nota diría que fue también una mujer amante de la ciencia; su apellido no es casual, ya que al parecer su padre era un pariente lejano de Isaac Newton, y de hecho llevaba el mismo nombre de pila que este. Entre las influencias de Eunice se encontró Amos Eaton, a quien se le atribuye la introducción de la enseñanza superior de la ciencia en EEUU. Con formación en ciencia pero sin una titulación universitaria —que por entonces era una vía generalmente cerrada a las mujeres—, Eunice dedicaba parte de su tiempo a la experimentación, de la que llegó a publicar los dos primeros estudios de física firmados por una mujer en EEUU, y a discurrir invenciones como la de un relleno para las suelas de los zapatos que evitara el chirrido al caminar.

Y eso era todo hasta 2010. Aquel año el geólogo jubilado Raymond Sorenson, aficionado a coleccionar libros técnicos antiguos en su sótano de Oklahoma, leía un ejemplar de la edición de 1857 del anuario *Annual Scientific Discovery*, editado por el ingeniero David A. Wells. Allí encontró el primer trabajo de Eunice Newton Foote, publicado el año anterior en la revista *The American Journal of Science and Arts* y curiosamente precedido por otro de su propio esposo. Ambos trataban sobre el estudio del calor de los rayos solares, y ambos habían sido leídos el 23 de agosto de 1856 ante la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (AAAS, editora de la revista *Science*).



UN ESTUDIO DE NEWTON PUBLICADO EN 1856 FUE REDESCUBIERTO EN EL 2010, LO QUE SIRVIÓ PARA ATRIBUIRLE CIERTOS DESCUBRIMIENTOS RELACIONADOS CON LA CIENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO. FUENTE IMAGEN: WIKIMEDIA.

En su breve estudio, titulado *Circumstances Affecting the Heat of the Sun's Rays*, la científica *amateur* describía un experimento en el que exponía al sol cilindros de vidrio equipados con termómetros y acoplados a una bomba para extraer el aire de uno de ellos y comprimirlo en el otro. Así, Eunice comparaba el calentamiento y el enfriamiento en uno y otro cilindro. Observó, primero, que el recipiente con el aire comprimido se calentaba más que el otro en el que se había hecho el vacío. Segundo, que el calentamiento era mayor con aire húmedo que si estaba seco. Tercero, y este fue su gran hallazgo casi fortuito —ya que probó también con hidrógeno y oxígeno—, que el mayor grado de calentamiento se producía al llenar uno de los cilindros con gas de ácido carbónico (CO₂). “El recipiente que contiene el gas se calentó sensiblemente mucho más que el otro —y al quitarlo, tardó mucho más en enfriarse”, escribió.

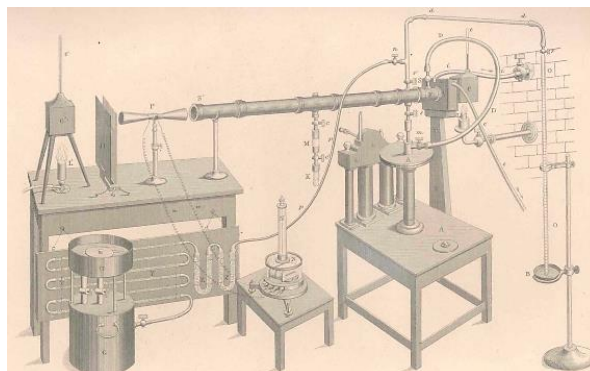
LA PRIMERA RELACIÓN DEL CO₂ CON EL EFECTO INVERNADERO

Pero lo que sin duda debe distinguir a Newton Foote como la primera científica que describió el efecto invernadero fue su inspirada conclusión. Para cada una de sus condiciones apuntaba conjeturas aplicadas al mundo real: en la cima de una montaña, donde hay menos aire, el efecto del sol se siente más, y el bochorno húmedo del verano precede a la lluvia. En cuanto al CO₂, escribió: “Una atmósfera de este gas daría a nuestra Tierra una alta temperatura; y si como algunos suponen, en un periodo de su historia el aire tenía mezclada una mayor proporción de él que en el presente, necesariamente debía resultar en una temperatura aumentada por su propia acción y por el incremento de peso”.

Al leer esto, Sorenson supo de inmediato que había redescubierto a una gran figura olvidada por la historia de la ciencia. En enero de 2011 el geólogo publicó su hallazgo en la revista online de geociencias *Search and Discovery*. “Está claro que Eunice Foote merece crédito por ser una innovadora en la cuestión del CO₂ y su potencial impacto en el calentamiento del clima global”, escribió.

Más curioso aún es que la conclusión de Eunice nacía de un experimento erróneo; en los últimos años varios científicos han señalado que el sistema de la investigadora no podía separar la acción de la luz visible de la infrarroja, y que de hecho el vidrio impedía la entrada a los recipientes de la radiación ultravioleta larga que es responsable del calentamiento global. Se han discutido los mecanismos que podrían explicar sus resultados, y cómo estos fueron posiblemente un hallazgo fortuito interpretado de forma equivocada pero del que extrajo una interpretación visionaria; lo innegable hoy es que Newton Foote fue la primera científica que estableció la conexión entre el nivel de CO₂ y el calentamiento de la atmósfera.

En 1859 Tyndall se basó en los aparatos diseñados el siglo anterior por Horace Bénédicte de Saussure, en la hipótesis de Joseph Fourier de que la atmósfera ayudaba a calentar la Tierra, y en la elaboración de esta idea por Claude Pouillet y William Hopkins, para desarrollar una serie de experimentos que explicarían las causas y los mecanismos de lo que después se denominaría el efecto invernadero. Y así Tyndall pasó a la historia como el fundador de la ciencia del cambio climático durante 150 años.



EL TRABAJO DE NEWTON PUDO INFLUENCIAR LOS DESCUBRIMIENTOS QUE REALIZARÍA UNOS AÑOS DESPUÉS EL FÍSICO JOHN TYNDALL, CONSIDERADO FUNDADOR DE LA CIENCIA CLIMÁTICA. FUENTE IMAGEN: ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN.

UN ÉXITO FUGAZ PERO CON GRAN INFLUENCIA

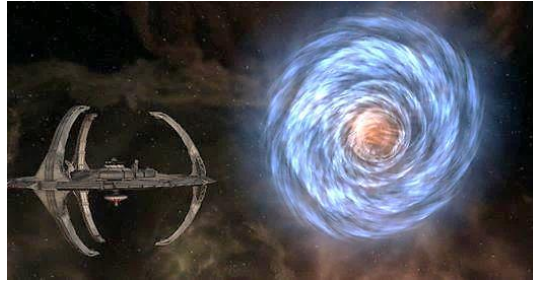
Y ¿qué le faltó a Newton Foote para obtener el reconocimiento en su día? Sucedió que la presentación de su trabajo ante la AAAS no llegó por su propia voz, sino por la del entonces secretario de la Smithsonian Institution Joseph Henry; algo que aún desconcierta a los expertos, dado que por entonces no estaba vetada la participación de las mujeres en las conferencias de la AAAS. Pero tampoco su trabajo fue del todo ignorado en su día (en 1857 publicaría su segundo estudio sobre la electricidad estática atmosférica en la revista *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science*): en su presentación, Henry elogió los méritos de Newton Foote, y *Scientific American* le dedicó un artículo titulado “*Scientific Ladies—experiments with condensed gases*” (“Damas científicas—experimentos con gases condensados”), alabando también el saber científico de la investigadora.

Pero como resumían Joseph Ortiz y Roland Jackson en un estudio de 2020 sobre el trabajo de Newton Foote publicado en *Notes and Records* de la Royal Society, “el trabajo de Foote es como un meteoro. Brilló intensamente, después desapareció de la vista”. Se dice que por entonces la física en EEUU estaba a un nivel de desarrollo mucho menor que en Europa. Sin embargo, es indudable que la condición femenina de Newton Foote fue también una traba crucial. Hay quienes alegan que no era una científica profesional. Pero esto, a su vez, era también una limitación que la sociedad de entonces imponía a las mujeres.

Por último, a menudo se dice que los trabajos verdaderamente pioneros son aquellos sobre los que otros científicos construyen, “a hombros de gigantes”, según la expresión habitual. Se ha dicho que Tyndall no conocía el estudio de Newton Foote, pero John Perlin lo niega. Este investigador de la Universidad de California en Santa Bárbara descubrió que en el mismo volumen de la revista donde se publicó el primer trabajo de Eunice había un artículo firmado por Tyndall. ¿No leería Tyndall una revista que publicaba un artículo suyo? Para Perlin, esta es “la prueba real irrefutable” de que el irlandés conocía el trabajo de la mujer.

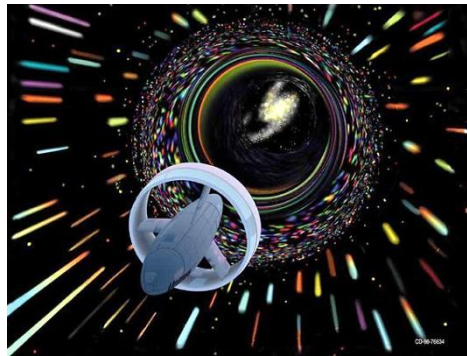
Pero Jackson no está de acuerdo. Para este investigador de la Royal Institution, biógrafo de Tyndall, el irlandés no solo era un defensor de los olvidados cuyo perfil no cuadraba con el de un plagiador, sino que además orientó inicialmente sus experimentos de una forma incorrecta que habría evitado de haber conocido los resultados de Newton Foote. Probablemente nunca sabremos la verdad. Pero al menos hoy una gran pionera científica, que lo fue también de los derechos de las mujeres, ha recuperado por fin para la ciencia y para el público en general el lugar de honor que le corresponde con todo merecimiento.

Propulsión espacial manipulando el espacio-tiempo: ¿Puede pasar del papel a la realidad?



Viajar más rápido que la luz es un anhelo inevitable para la especie humana, que aspira a expandirse por el cosmos. Pero en realidad, si lo pensamos bien, la luz se mueve muy despacio para las inmensas escalas del universo: los terrícolas deberíamos esperar más de cuatro años para que una nave a la velocidad de la luz llegara a las estrellas más próximas, y 25.000 años para que alcanzara la galaxia más cercana, la enana del Can Mayor. Se diría que estamos condenados a no encontrarnos jamás con otros seres con quienes podamos entablar una relación civilizada.

Por fortuna, la física teórica nos ofrece una solución: manipular el espacio-tiempo para desplazarnos a otros lugares remotos del cosmos sin violar formalmente el límite universal de velocidad. La explicación más sencilla para llevarse a casa de por qué no se puede viajar más deprisa que la luz es esta: si se hiciera, un efecto podría aparecer antes que su causa, ya que la velocidad luminal es la regla cósmica invariante que mide los fenómenos físicos; podríamos recibir una llamada de teléfono antes de que quien nos llama pensara en hacerlo.



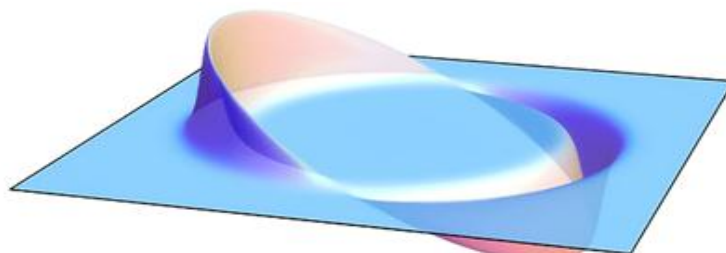
REPRESENTACIÓN DE UN VIAJE A TRAVÉS DE UN AGUJERO DE GUSANO.
CRÉDITO IMAGEN: NASA / LES BOSSINAS (CORTEZ III SERVICE CORP.).

Sin embargo, dado que la relatividad general de Einstein definió el espacio-tiempo como el tejido del que está hecho el universo, la teoría permite que este tapiz cósmico se arrugue; un ejemplo son las ondas gravitacionales detectadas en los últimos años por los experimentos LIGO y Virgo. Si pudiéramos crear arrugas en el espacio-tiempo, lograríamos que un emplazamiento distante estuviera mucho más próximo a nosotros, por lo que sería posible alcanzarlo sin quebrantar el límite de la velocidad luminal.

EL MODELO DE ALCUBIERRE

Un aparato capaz de lograr esto se conoce como *warp drive* o propulsor de curvatura, y fue propuesto en 1994 por el mexicano Miguel Alcubierre, inspirándose para el concepto y el nombre en la serie televisiva *Star Trek*, según confirmó el físico a OpenMind en una entrevista anterior. La idea consiste en “crear una burbuja de espacio distorsionado en cuyo interior estaría la nave”, decía Alcubierre, de modo que “expande de manera violenta el espacio detrás del objeto que se quiere mover, y a la vez contrae el espacio frente al objeto”. Así, “el objeto se mueve sin moverse en realidad, es el espacio quien hace el trabajo”.

El modelo de Alcubierre, considerado uno de los más correctos formalmente para plantear un viaje interestelar sobre el papel, ha motivado infinidad de estudios y no pocas especulaciones. Recientemente se ha publicado un informe que el Departamento de Defensa de EEUU encargó a dos físicos en 2010, titulado *Propulsores de curvatura, energía oscura y la manipulación de dimensiones adicionales*. Los autores exponen “dos resquicios en el límite de velocidad de Einstein”: el propulsor de curvatura y los agujeros de gusano –técnicamente llamados *puentes de Einstein-Rosen*–, una especie de atajos en el tejido del espacio-tiempo que conectarían regiones del universo muy distantes, y cuya existencia es teóricamente posible.



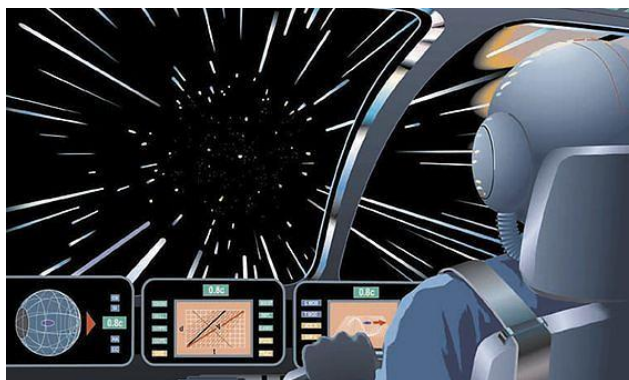
EJEMPLO DE UNA REPRESENTACIÓN BIDIMENSIONAL DEL CAMPO DE DISTORSIÓN DE ACUERDO CON LA MÉTRICA ALCUBIERRE. CRÉDITO IMAGEN: ALLENMCC.

El informe se centra en el *modelo de Alcubierre*, y sobre todo en explorar cómo podría crearse la burbuja de curvatura necesaria. Según explicó a OpenMind el astrofísico de la Universidad de Sídney (Australia), Geraint Lewis, que no ha participado en el informe, “sabemos que la materia normal puede curvar el espacio-tiempo, pero no de la manera adecuada para crear un propulsor de curvatura”. Lewis aclaró que para ello se necesita “materia muy extraña que contiene una tensión, en lugar de la presión que obtendrías con un gas”. En otras palabras, un tipo de materia capaz de generar una presión negativa, o una energía negativa. Y esta descripción encaja precisamente con algo en lo que Lewis es experto: la energía oscura. “Hay posibilidades de que la energía oscura nos ofrezca un propulsor de curvatura”, sugirió.

UN VIAJE DE 193 SEGUNDOS A MARTE

Según los modelos cosmológicos actuales, la energía oscura es lo que compone más del 70% de todo el universo. Se trata de una especie de *antigravedad* hipotética que es responsable de la expansión acelerada del universo. Los autores del informe proponen emplear esta energía oscura para abrir una burbuja en una dimensión adicional, en la que podría encajarse una nave de unos 100 metros cúbicos, algo mayor que un camión estándar. “Los viajes a los planetas de nuestro propio Sistema Solar llevarían horas en lugar de años y las travesías a sistemas estelares locales se medirían en semanas más que en cientos de miles de años”, escriben. Como ejemplos, los autores calculan que a una velocidad 100 veces superior a la de la luz, Marte estaría a solo 193 segundos de viaje, Júpiter a 36 minutos, Alfa Centauri a 15 días y la nebulosa de Orión a 1,3 años.

Todo ello suena enormemente tentador, pero ¿hay alguna posibilidad de que estas propuestas salgan del papel a la realidad? ¿Es solo una cuestión de ingeniería avanzada, o nos enfrentamos a alguna frontera física insuperable? Una corriente extendida entre los físicos apuesta que estas ideas jamás llegarán a materializarse. El propio Alcubierre apunta colosales obstáculos, como el llamado “problema del horizonte”: “al viajar más rápido que la luz, el frente de la burbuja no es accesible desde el interior, por lo que la nave que estuviera en el centro no puede colocar la energía en ese lugar”. “Sistemas como el que yo propuse se ven casi imposibles, pero es difícil saberlo”, concluyó.



EL PRINCIPAL IMPEDIMENTO PARA VIAJAR MÁS RÁPIDO QUE LA LUZ ES EL REQUERIMIENTO ENERGÉTICO.
CRÉDITO IMAGEN: NASA.

Naturalmente, el principal impedimento es el requerimiento energético: la propuesta de los autores del informe consigue reducir notablemente la cantidad de energía necesaria, pero aun así el viaje a 100 veces la velocidad de la luz precisaría una aportación del orden de la décima parte de la energía total del Sol. “Las energías superan en mucho a las disponibles en un futuro previsible”, admiten los autores.

Más crítico es un aspecto esencial: esta inmensa cantidad debería aportarse no en forma de la energía que manejamos a diario, sino como algo llamado energía negativa que aún ni siquiera existe. “Por el momento no tenemos ni idea de si podemos obtener un material así de una forma físicamente factible”, advierte Lewis. “Así que un propulsor de curvatura podría ser teóricamente posible, pero imposible en la práctica”.

Todo lo cual no impide que ya se esté intentando. En el Centro Johnson de la NASA existe un Laboratorio de Física de Propulsión Avanzada –llamado informalmente Laboratorio Eagleworks–, al que la propia agencia no suele dar demasiada publicidad, pero que desde hace años intenta crear burbujas microscópicas de curvatura como prueba de concepto. Por el momento no deja de ser ciencia ficción, pero Lewis se muestra optimista: “a medida que tratamos de unir la gravedad con la mecánica cuántica, confiamos en hallar pistas para hacerlo realidad. Eso es lo que espero que ocurra”.

FÍSICOS NOTABLES

Ganadores del Premio Nobel en Física 2010

FUENTE: El Mundo – España.



ANDRE GEIM Y KONSTANTIN NOVOSELOV
CRÉDITO FOTO: AFP

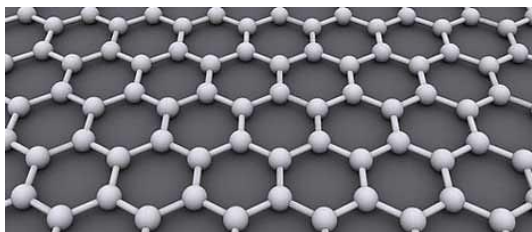
El Nobel de Física 2010 premia el nuevo material para la electrónica del futuro.

- Estos dos científicos rusos fueron premiados por sus trabajos sobre el grafeno.
- Es un material útil para desarrollar dispositivos electrónicos más eficientes

El 6 de octubre de 2010, la Real Academia de las Ciencias de Suecia galardonó a Andre Geim y Konstantin Novoselov por sus trabajos pioneros en el **desarrollo del grafeno**, un material bidimensional útil para el **desarrollo de dispositivos electrónicos flexibles y más eficientes**, como ordenadores y pantallas táctiles así como paneles solares.

Geim, de 51 años, y Novoselov, de 36, recibieron el premio de la Academia sueca el 10 de diciembre de 2010 por sus experimentos con este nuevo material, que posibilita avances decisivos en la Física cuántica.

Los dos son rusos de nacimiento y actualmente investigadores en la Universidad de Manchester (Reino Unido). Geim, nació en Sochi, Rusia, en 1958 y es nacionalizado holandés, se doctoró en Ciencias Físicas en 1987 en la Academia Rusa de Ciencias de Chernogolovka.



EL GRAFENO ES UN MATERIAL BIDIMENSIONAL QUE PERMITIRÁ DISPOSITIVOS MÁS EFICIENTES.
CRÉDITO FOTO: A. ALUS.

Su colega Novoselov nació en 1974 en Nizhny Tagil, Rusia, tiene doble nacionalidad (británico-rusa). Ha ejercido en la Universidad de Nijmegen (Holanda) y es catedrático en la Universidad de Manchester, como Geim.

Los expertos consideran que los dispositivos de grafeno van a ser sustancialmente más rápidos que los de silicio, que se emplean en la actualidad en la mayoría de aparatos electrónicos, con lo que se podrán fabricar dispositivos y ordenadores mucho más flexibles y eficientes.

El grafeno es una estructura laminar plana, de un átomo de grosor, compuesta por átomos de carbono densamente empaquetados en una red cristalina en forma de panel de abeja.

Los premiados obtuvieron el grafeno a partir del grafito (usado para fabricar lápices). Este nuevo material se caracteriza por poseer una alta conductividad térmica y eléctrica y por combinar una **alta elasticidad y ligereza** con una **extrema dureza**, que lo sitúa como el material más resistente del mundo.

Además, puede reaccionar químicamente con otros elementos y compuestos químicos, lo que convierte al grafeno en un material con **un gran potencial de desarrollo**.

El nombre del físico español Juan Ignacio Cirac, reconocido por sus investigaciones en computación cuántica y óptica cuántica, sonaba también este año como uno de los favoritos aunque finalmente no logró el premio.

El año pasado, el Nobel de Física fue para Charles Kuen Kao, Willard Sterling Boyle y George Elwood Smith, tres pioneros estadounidenses cuyas investigaciones pusieron los cimientos de la sociedad de la información moderna al impulsar las tecnologías que permitieron desarrollar las telecomunicaciones del mundo actual.

Creados por Alfred Nobel, inventor de la dinamita, estos prestigiosos premios se otorgan cada año a personas que hayan hecho **investigaciones sobresalientes** que contribuyan contribuciones notables a la sociedad. Desde 1901, el Premio Nobel de Física ha sido entregado a 186 científicos de todo el mundo.

Fue el alemán Wilhelm Conrad Röntgen quien estrenó la larga lista de premiados a comienzos del siglo XX por el descubrimiento de los rayos X. A día de hoy el premio asciende a casi un millón de euros.

QUÍMICOS DESTACADOS

Ganadores del Premio Nobel en Química 2012:

Robert J. Lefkowitz y Brian K. Kobilka

Por el estudio de los receptores acoplados a proteínas G.

FUENTE: EcuRed – Wikipedia.

Robert J. Lefkowitz. Nació el 15 de abril de 1943 en El Bronx, Nueva York, EE. UU. Científico profesor de la Universidad Duke en Carolina del Norte. Galardonado con el Premio Nobel de Química 2012 junto a su colega Brian Kobilka. La Real Academia de Ciencias de Suecia reconoce así sus trabajos sobre un tipo de receptores de la membrana celular: los “acoplados a proteínas G”, con los que casi la mitad de los medicamentos consiguen sus efectos.

Cursó estudios en el Columbia College donde recibió una Licenciatura en Artes en 1962. Posteriormente se graduó como Médico en la Universidad de Columbia en 1966. Después de un internado y un año de residencia en medicina general en el Colegio de Médicos y Cirujanos, se desempeñó como Asociado de Clínica e Investigación en el Instituto Nacional de Salud desde 1968 hasta 1970. De 1970 a 1973 estuvo en la Universidad de Harvard, donde completó su residencia médica y la investigación y la formación clínica en patología cardiovascular.

Desde 1973, fue Profesor Asociado de Medicina y Adjunto de Bioquímica del Centro Médico de la Universidad Duke. Profesor de Medicina en la Universidad de Duke. Investigador del Instituto Médico Howard Hughes desde 1976 y fue un investigador establecido de la Asociación Americana de Cardiología de 1973 a 1976.

El 10 de octubre de 2012 fue honrado con el Premio Nobel de Química junto a Brian Kobilka por sus investigaciones sobre un tipo de receptores de la membrana de las células que regulan múltiples funciones biológicas. De los receptores acoplados a proteínas G, como se denominan, depende la actividad de hormonas como la adrenalina o la leptina, así como de neurotransmisores como la serotonina o la dopamina, fundamentales para que el ser humano pueda adaptarse a su ambiente, reconocerlo de múltiples formas y actuar en consecuencia. El fallo apunta que “alrededor de la mitad de todos los medicamentos logran su efecto a través de los receptores acoplados a proteínas G”, por lo que la descripción de su “funcionamiento interno” llevará a grandes avances en este ámbito.



ROBERT J. LEFKOWITZ

Brian Kobilka. Nació el 30 de mayo de 1955 en Little Falls, EE. UU. Científico, profesor de medicina, cardiólogo, y fisiólogo molecular y celular de la Universidad de Stanford, que obtuvo el Premio Nobel de Química 2012, junto a su colega Robert Lefkowitz, por el resultado de su investigación sobre los receptores acoplados a las proteínas G.

Nació en Little Falls, Minnesota en 1955 en el seno de una familia de origen polaco. Estudió biología, química y medicina en las universidades de Minnesota, Duluth, y en Yale, en New Haven, estado de Connecticut. Kobilka es profesor de medicina y de fisiología molecular y celular en la Escuela Universitaria de Stanford, en California. Conoció a su esposa Tong Dom Thian en la Universidad de Minnesota y tuvo dos hijos con ella.

Ha participado en las siguientes instituciones: Realizó su residencia de Medicina Interna en la Universidad de Washington y en el Hospital Barnes en San Luis.

Fue becario postdoctoral con la tutela de Robert Lefkowitz en el Centro Médico de la Universidad Duke, de Durham, en Carolina del Norte, en los años 1984 a 1989, Profesor de Fisiología Molecular y Celular en la Escuela de Medicina de la Universidad de Stanford, Cofundador de la compañía de biotecnología ConformetRx. Fue nombrado miembro de la Academia Nacional de Ciencias en 2011, recibió el Premio Nobel de Química del año 2012, junto a Robert Lefkowitz por sus investigaciones sobre un tipo de receptores de la membrana de las células que regulan múltiples funciones biológicas.

Escribió en el año 1996, un artículo llamado “*Cardiovascular regulation in mice lacking alpha2-adrenergic receptor subtypes b and c*”, que trata sobre los receptores alpha2ARs, los cuales son componentes del circuito neuronal que regula el funcionamiento cardiovascular. El papel específico de alpha2ARs y de los subtipos (alpha2a, alpha2b, and alpha2c) fue caracterizado con medidas hemodinámicas obtenido a partir de cepas de ratones genéticamente modificados deficientes en cualquiera de alfa 2b o receptores alfa 2. La estimulación de los receptores alfa 2 en el músculo liso vascular produce hipertensión y contrarrestado el efecto hipotensor clínicamente beneficioso de la estimulación de los receptores alfa 2A en el sistema nervioso central. Estos resultados proporcionan evidencia de la eficacia clínica de los fármacos más selectivos del subtipo alfa 2. Kobilka ha escrito más de 200 publicaciones en revistas internacionales.

En el año 2011 logró capturar la imagen del receptor beta-adrenérgico en el momento exacto en que se activa por una hormona y envía una señal a la célula. Esta imagen es una obra maestra molecular y el resultado de décadas de investigación. Kobilka y su equipo de trabajo investigativo, se dedican a profundizar sus estudios y aislar el gen del código beta-adrenérgico del genoma humano. Cerca de mil genes codifican los receptores objeto de su estudio. Por ejemplo, aquellos relacionados con la percepción de la luz, el sabor, el olor, la adrenalina, la dopamina, la histamina y la serotonina. Aproximadamente la mitad de todos los medicamentos consiguen sus efectos a través de receptores acoplados a proteínas G.

El Premio Nobel de Química se ha entregado desde 1901 por la Academia de las Ciencias de Suecia y es uno de los cinco premios Nobel establecidos en el testamento de Alfred Nobel en 1895, quien fue, científico, inventor, empresario, autor y pacifista. La Química fue la ciencia más importante en la cual trabajó el propio Alfred Nobel. El desarrollo de sus invenciones, así como los procesos industriales que utilizó los cuales se basaban en su conocimiento químico.

En su testamento firmado el 27 de noviembre de 1895 en el Club Sueco-Noruego de París, Nobel instaura con su fortuna un fondo con el que se premiaría a los mejores exponentes en la Literatura, Fisiología o Medicina, Física, Química y la Paz. “El dicho interés se dividirá en cinco partes iguales, que serán repartidas de la siguiente manera: / — / una parte a la persona que haya hecho el descubrimiento o mejora química más importante...” (Extracto del testamento de Alfred Nobel).

Los Premios Nobel de Química han sido otorgados desde 1901. Hasta ahora, no fueron entregados en ocho ocasiones: en 1916, 1917, 1919, 1924, 1933, 1940, 1941 y 1942. Más de 160 científicos han sido premiados hasta la fecha y actualmente está dotado con 10 millones de coronas suecas que son aproximadamente 1,5 millones de dólares.

El primer Premio Nobel de Química fue concedido en 1901 al holandés Jacobus H. Van't Hoff, descubridor de las leyes de la dinámica química y la presión osmótica en las soluciones. Lo ha recibido en dos ocasiones Frederick Sanger, en 1958 por las estructuras de proteínas como la Insulina y en 1980 por la determinación de la secuencia básica en ácidos nucleicos.

Las razones por las cuales no se entregaron en los ocho años señalados, tiene que ver con situaciones originadas por la guerra mundial, el exilio obligado de miembros del comité y también por declararse “desierto” en determinados años. La entrega de los Premios Nobel se realiza cada año tradicionalmente el día 10 de diciembre, en dos ceremonias paralelas, una Oslo para la entrega del Nobel de la Paz y en Estocolmo para la entrega de los Premios restantes, coincidiendo con el aniversario de la muerte de Alfred Nobel.

El Premio Nobel de Economía es el único de los premios que no fue contemplado en el testamento de Alfred Nobel, sino que se incorporó a la lista en el año 1969.

El 10 de octubre de 2012, Robert Lefkowitz fue honrado con el Premio Nobel de Química junto a Brian Kobilka por sus investigaciones sobre un tipo de receptores de la membrana de las células que regulan múltiples funciones biológicas. De los receptores acoplados a proteínas G, como se denominan, depende la actividad de hormonas como la adrenalina o la leptina, así como de neurotransmisores como la serotonina o la dopamina, fundamentales para que el ser humano pueda adaptarse a su ambiente, reconocerlo de múltiples formas y actuar en consecuencia. El fallo apunta que “alrededor de la mitad de todos los medicamentos logran su efecto a través de los receptores acoplados a proteínas G”, por lo que la descripción de su “funcionamiento interno” llevará a grandes avances en este ámbito. La academia sueca reconoce sus “revolucionarios descubrimientos que revelan el funcionamiento interno de una importante familia de receptores”. Según el fallo, alrededor de la mitad de todos los medicamentos logran su efecto a través de los receptores acoplados a proteínas G, las estudiadas y que permitirán la producción de nuevas medicinas.



BRIAN K. KOBILKA

LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD (Entrada 36)

El tensor energía – tensión

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>

En la ecuación tensorial fundamental de la Relatividad General, el tensor T que aparece en el lado derecho de dicha ecuación:

$$G = 8\pi GT$$

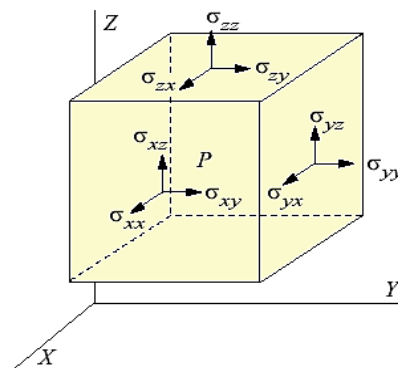
conocido como el **tensor energía-tensión**, el **tensor energía-impulso** y también como **tensor energía-momentum**, es la extensión del concepto básico del *4-vector* energía-momentum utilizado en el espacio-tiempo *plano* de cuatro dimensiones de la Teoría Especial de la Relatividad, generalizado hacia un espacio-tiempo *curvo*.

Antes de intentar dar un significado físico al tensor T cuatri-dimensional de la Relatividad General, empezaremos por dar una interpretación a un tensor en un espacio ordinario de tres dimensiones utilizado en los estudios de la teoría de la elasticidad, del cual parte precisamente el origen de la palabra *tensión* interpretada en el sentido usual de la mecánica clásica.

Imaginemos por un momento que tenemos en nuestras manos un bloque cúbico hecho de hule, al cual le ponemos encima en su cara superior la palma de nuestra mano mientras que la cara inferior la dejamos reposar en contacto sobre la superficie de una mesa de madera con la cual haya suficiente fricción para que el bloque de hule permanezca en la misma posición al irse deformando conforme empezamos a aplicar una fuerza superficial *lateral* en la cara superior del bloque a la cual llamaremos σ , produciendo una *tensión mecánica* sobre la superficie del mismo capaz de deformar ligeramente al bloque en el sentido en el cual aplicamos la tensión. Conociendo el coeficiente de elasticidad del hule, podemos calcular sin problema alguno el grado de deformación del bloque de hule suponiendo que la cara inferior que está en contacto con la mesa permanece inmóvil.

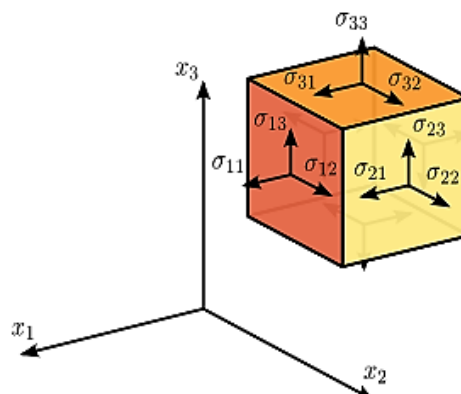
Si la cara superior del bloque de hule la identificamos con un sistema de coordenadas Cartesianas situando simétricamente una esquina de la cara superior del bloque de hule en el origen de dichas coordenadas, entonces podemos aplicarle la tensión en una dirección que coincida con el eje- x . Del mismo modo, podemos aplicarle la tensión en una dirección que coincida con el eje- y . Pero si le aplicamos la tensión en una dirección que no coincida ni con el eje- x ni con el eje- z , entonces la tensión estará caracterizada por cuatro componentes posibles: σ_{xx} , σ_{xy} , σ_{yx} , y σ_{zz} . Estos cuatro componentes pueden ser agrupados dentro de un solo símbolo que representa a los cuatro, *un tensor covariante (o contravariante) de orden dos en un espacio de dos dimensiones*, al cual por comodidad llamaremos σ .

La situación se complica si además de aplicar una tensión mecánica a la cara superior del bloque de hule le aplicamos también una tensión mecánica *hacia abajo*, en la dirección de un tercer eje- z . En tal caso, tenemos una distribución más elaborada de tensiones como nos lo muestra la siguiente figura:

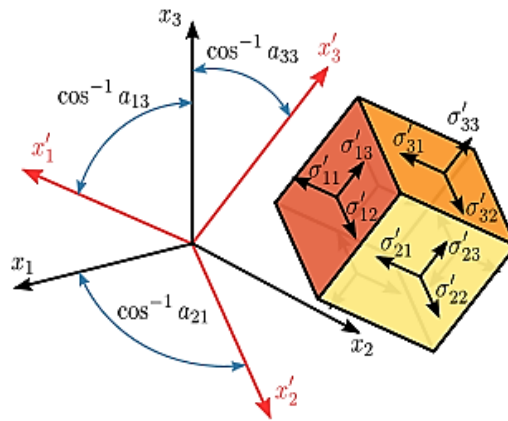


En este caso, tenemos un total de nueve componentes, los cuales también pueden ser agrupados dentro de un solo símbolo que representa a los nueve componentes, *un tensor covariante (o contravariante) de orden dos en un espacio de tres dimensiones*.

Si lo que estamos describiendo es un mismo y único fenómeno físico, entonces la deformación del bloque de hule que tenemos arriba debe ser exactamente la misma si imprimimos una rotación al sistema de coordenadas con el que estamos describiendo los componentes. Naturalmente, al girar el sistema de coordenadas, las *componentes individuales* van a cambiar, y si tenemos expresiones matemáticas en función de dichos componentes, también van a cambiar. *Pero el símbolo σ bajo el cual agrupamos a dichos componentes sigue siendo el mismo*. De este modo, si en *coordenadas generalizadas* -usando notación (x^1, x^2, x^3) - tenemos la siguiente situación:



entonces tras imprimir una rotación al sistema de coordenadas tendremos algo como lo siguiente:



Ahora bien, puesto que el sistema de coordenadas indicado -coordenadas Cartesianas- es un sistema de coordenadas arbitrario, lo podemos reemplazar por otro siempre y cuando el fenómeno físico que está siendo descrito no cambie al cambiar el sistema de coordenadas. Naturalmente, para ciertos problemas habrá un sistema de coordenadas cuyo uso será mil veces preferible a los demás sistemas de coordenadas que podamos utilizar en virtud de la simplificación que podamos obtener en nuestros cálculos matemáticos bajo cierto sistema. De cualquier manera, lo que no cambiará notacionalmente en lo absoluto es el símbolo del tensor **T** bajo el cual se agrupan los componentes. Un cierto tensor **T** podrá ser descompuesto en los componentes propios de un sistema de coordenadas rectangulares o en los componentes propios de un sistema de coordenadas esféricas, *pero el tensor en sí no cambia en nada*.

Ahora veremos más a fondo lo que nos representa el tensor energía-tensión que aparece en la Relatividad General. En coordenadas generalizadas, las componentes de dicho tensor de orden dos para el cual utilizaremos aquí notación contravariante se acostumbran exhibir mediante una matriz como la siguiente:

$$\mathbf{T} = (T^{\alpha\beta}) = \begin{bmatrix} T^{00} & T^{01} & T^{02} & T^{03} \\ T^{10} & T^{11} & T^{12} & T^{13} \\ T^{20} & T^{21} & T^{22} & T^{23} \\ T^{30} & T^{31} & T^{32} & T^{33} \end{bmatrix}$$

Aunque un cuádruplo de coordenadas generalizadas lo podemos representar de la siguiente manera con los índices empezando desde uno:

$$(x^1, x^2, x^3, x^4)$$

en muchos textos se acostumbra comenzar la simbolización numérica indexal desde cero:

$$(x^0, x^1, x^2, x^3)$$

extendiéndose dicha representación al mismo tensor energía-tensión de modo tal que tenemos un componente como T^{00} . Esto no debe representar problema alguno, y el contexto del trabajo científico o del libro de texto consultado debe ser suficiente para dejar en claro cuál es la convención seguida.

Antes de continuar, es importante dejar una cosa en claro:

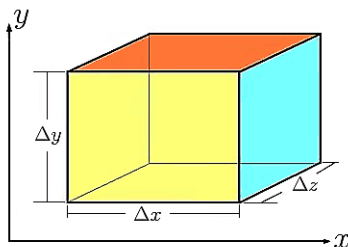
El tensor de Einstein (simbolizado como G) y el tensor métrico g son dos cosas completamente distintas que no deben ser confundidas en ningún momento y bajo ninguna circunstancia.

Es hasta cierto punto desafortunado el que para poder representar a la matriz que agrupa a los componentes del tensor métrico **g** se acostumbre usar con cierta frecuencia la misma letra G que la que usamos para representar al tensor de curvatura de Einstein; y más desafortunado aún el que la misma letra se utilice para representar a la constante **G** de la gravitación universal. Para evitar ambigüedades, podríamos inventar nuevos símbolos, pero esto simplemente reemplazaría una confusión con otra al requerir el aprendizaje de símbolos venidos de otros alfabetos, razón por la cual nos apegaremos aquí al uso de los símbolos más tradicionales.

Una característica fundamental que tomamos como dada es que **los componentes del tensor energía-tensión T son simétricos**, o sea $\mathbf{T}=(T^{ij})=(T^{ji})$ al igual que los componentes del tensor de curvatura de Einstein **G** que está al otro lado de la ecuación deben serlo consecuentemente. Si se desea, se puede llevar a cabo un interesante ejercicio matemático suponiendo que ni el tensor **G** (y por lo tanto tampoco el tensor **T**) son simétricos, pero esto complica enormemente las cosas y no resulta claro que una suposición así podría llevarnos a ninguna conclusión útil, de modo que nos aferraremos a la suposición esencial de la simetría en estos tensores a lo largo de esta obra.

A primera vista, para quienes están acostumbrados a pensar en términos de la física clásica, deberá parecerles extraño que para poder describir a la densidad de la energía y el momentum vistos desde marcos de referencia distintos se requiera de un tensor de orden dos sin ser suficientes los vectores N-dimensionales, pero el tensor de orden dos resulta ser indispensable. Para describir la energía y el momentum relativistas de *una sola partícula* ciertamente nos basta un 4-vector. Pero para poder describir un *gas* de partículas, o para poder describir *campos* (como el campo electromagnético) necesitamos de un tensor de orden dos que nos pueda combinar la densidad de la energía (energía por unidad de volumen), el flujo de energía (o la densidad del momentum que en realidad vienen siendo lo mismo) y el flujo de momentum, algo que excede las capacidades de un simple vector.

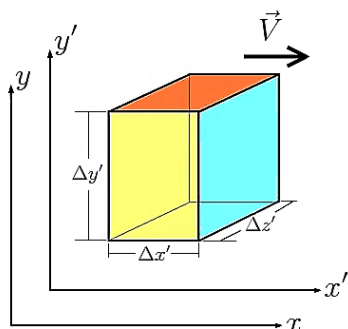
Considérese una caja en reposo de dimensiones $\Delta x, \Delta y$ y Δz de volumen $V = \Delta x \Delta y \Delta z$ que encierra un total de N partículas:



Por una vieja costumbre cuyo origen se desconoce a ciencia cierta, dentro de la Relatividad General a esta colección de partículas flotando en estado de reposo dentro de la caja se ha dado por llamarle *polvo*, aunque en realidad esta designación tiene poco que ver con eso que se acumula en los muebles. La densidad de partículas en dicha caja, el número de partículas por unidad de volumen que llamaremos n , será N/V . Ahora bien, la energía en reposo de cada partícula, de acuerdo con la Teoría Especial de la Relatividad, será m_0c^2 . Habiendo un total de N partículas en la caja, la energía total contenida en dicha caja será Nm_0c^2 . La *densidad de energía* en dicha caja que llamaremos ρ será igual a la energía total dividida entre el volumen de la caja:

$$\rho = Nm_0c^2/V = nm_0c^2$$

Pongamos ahora a la caja en movimiento a lo largo de la dirección del eje- x con una velocidad V . Por los efectos de la contracción relativista de longitud:



Δx se reducirá a $\Delta x'$ por un factor de $\sqrt{1 - V^2/c^2}$, en tanto que las longitudes perpendiculares a la dirección del movimiento permanecerán iguales. Esto significa que el número de partículas por unidad de volumen ahora será:

$$n/\sqrt{1 - V^2/c^2}$$

Pero la densidad de partículas no es lo único que cambia al ponerse la caja en movimiento. La energía en reposo de cada partícula aumenta en un factor de $1/\sqrt{1 - V^2/c^2}$. Consecuentemente, la densidad de energía de la caja para un observador que ve a la caja en movimiento aumenta no en un factor de $1/\sqrt{1 - V^2/c^2}$ sino en *dos* factores de dicha cantidad, resultando en un factor combinado de aumento:

$$\rho' = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 + V^2/c^2}} \frac{n}{\sqrt{1 + V^2/c^2}}$$

$$\rho' = \frac{m_0c^2 n}{1 + V^2/c^2} = \frac{\rho}{1 + V^2/c^2}$$

Siendo el factor de aumento en la densidad de energía no $1/\sqrt{1 - V^2/c^2}$ sino:

$$1/(1 - V^2/c^2)$$

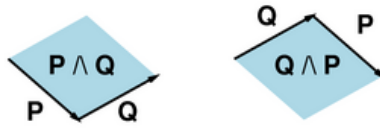
podemos ver que nos será imposible representar a la densidad de energía simplemente como un vector (un tensor de orden uno) como lo habíamos estado haciendo al estar haciendo cambios de un marco de referencia a otro. De hecho la densidad de energía resulta ser el principal componente de un tensor de orden dos, *precisamente el tensor energía-tensión*.

En términos algo crudos, podemos visualizar al tensor energía-tensión como algo que nos describe *el flujo de la energía-momentum en el espacio-tiempo ya sea plano o curvo*. Es importante aclarar aquí otro punto de confusión considerable entre los principiantes: la energía-tensión \mathbf{T} (un tensor de orden dos) y la energía-momentum (un vector, el cual a su vez es un tensor de orden uno) son dos cosas completamente diferentes. La energía-tensión es un objeto de orden mayor (un tensor de orden dos) construido conceptualmente a partir del vector energía-momentum (un tensor de orden uno).

Existen varias interpretaciones matemáticas que se le pueden dar al tensor energía-tensión. Una de ellas nos dice que el tensor energía-tensión es algo que llamamos un *mapa bi-lineal* de una representación vectorial de un elemento de 4-volumen a la representación vectorial del 4-vector energía-momentum contenido *dentro* de dicho elemento de 4-volumen. Otra de ellas radica en un álgebra conocida como **álgebra Clifford** (conocida también como *álgebra geométrica*) desarrollada por William K. Clifford que nos demuestra que la forma correcta de representar a un volumen es como un vector, aunque esto tal vez parezca extraño a quie nes están acostumbrados a pensar que algo que se mide en litros o en metros cúbicos se le pueda asignar una dirección. Pero esto no debe parecernos tan extraño si recordamos que al hablar acerca del flujo de un campo de vectores (campo vectorial) a través de una superficie también nos ha sido posible representar a una porción de superficie dA como un *vector* $n dA$ mediante un vector normal (perpendicular) trazado en cada punto de dicha superficie. Esto no es lo único extraño de las álgebras Clifford. Otra característica de tales álgebras es que en ellas es posible sumar cantidades escalares (las cuales no tienen dirección ni sentido) a cantidades vectoriales, de modo tal que no es inusual encontrar en dichas álgebras operaciones tales como:

$$C = e + \mathbf{V}$$

en donde e es un escalar y V es un vector. Hay quienes encuentran esto demasiado incómodo y comparan la suma de escalares y vectores como el llevar a cabo una suma de manzanas y naranjas pese a que esto ocurre todo el tiempo cuando preparamos una ensalada de frutas. Las álgebras Clifford eventualmente nos llevan a lo que llamamos el **cálculo exterior** en el cual encontramos definido el *producto cuña* \wedge (wedge product) que entre sus características tiene la propiedad de que la “suma” de dos vectores no es conmutativa porque el orden en el cual se toma la suma (simbolizada como $u\wedge v$) nos da el sentido de la *rotación* que podemos asignar a dicha operación:



La ruta de análisis basada en las álgebras Clifford en la que hablamos de vectores, bivectores y trivectores es precisamente la ruta de ataque que siguen Charles Misner, Kip Thorne y John Archibald Wheeler en su venerable y voluminoso libro *Gravitation*, pero seguir esta ruta nos sacaría fuera del ámbito del cálculo tensorial en el que hemos estado trabajando, razón por la cual omitiremos adentrarnos en este tema. Las álgebras Clifford y el cálculo exterior son útiles para darnos un poco más de comprensión en el tema que estamos tratando, pero no son absolutamente indispensables. Einstein pudo obtener y desarrollar sus ecuaciones de campo manteniéndose por completo dentro del ámbito del cálculo tensorial, y aquí podemos hacer lo mismo.

Lo primero que haremos será “construir” un tensor de curvatura de Einstein G . Podemos hacerlo recurriendo a las coordenadas Cartesianas rectangulares que utilizamos en la Teoría Especial de la Relatividad para denotar las coordenadas de un objeto en un marco de referencia 4-dimensional:

$$(ct, x, y, z)$$

Pero siendo los tensores objetos matemáticos que permanecen invariantes al pasar de un sistema de coordenadas a otro, podemos darnos el lujo de unir la coordenada temporal con el sistema de coordenadas esféricas para así especificar los cuatro componentes de un 4-espacio de la manera siguiente:

$$(t, r, \theta, \phi)$$

A continuación, acomodaremos estos cuatro componentes en un renglón a un lado de los mismos cuatro componentes acomodados formando una columna, como si fuésemos a construir una tabla con ambos:

$$\begin{matrix} & t & r & \theta & \phi \\ \begin{matrix} t \\ r \\ \theta \\ \phi \end{matrix} & \left[\begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix} \right] \end{matrix}$$

Con este “esqueleto” procedemos a escribir adentro del espacio vacío uno a uno los componentes del tensor de curvatura de Einstein. Podemos escribirlos como los componentes de un tensor covariante de orden dos, los componentes de un tensor mixto, o los componentes de un tensor contravariante de orden dos, todo es cuestión de gustos que al fin y al cabo podemos “subir” y “bajar” los índices a nuestro antojo con la ayuda del tensor métrico g . Lo haremos aquí representándolos como los componentes contravariantes de un tensor de orden dos:

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

Esto automáticamente nos fija la manera en la cual tenemos que escribir los componentes del tensor energía-tensión T , también como componentes de un tensor contravariante de orden dos, dada la igualdad tensorial:

$$G = 8\pi GT$$

que nos lleva a:

$$\begin{bmatrix} G^{tt} & G^{tr} & G^{t\theta} & G^{t\phi} \\ G^{rt} & G^{rr} & G^{r\theta} & G^{r\phi} \\ G^{\theta t} & G^{\theta r} & G^{\theta\theta} & G^{\theta\phi} \\ G^{\phi t} & G^{\phi r} & G^{\phi\theta} & G^{\phi\phi} \end{bmatrix} = 8\pi G \begin{bmatrix} T^{tt} & T^{tr} & T^{t\theta} & T^{t\phi} \\ T^{rt} & T^{rr} & T^{r\theta} & T^{r\phi} \\ T^{\theta t} & T^{\theta r} & T^{\theta\theta} & T^{\theta\phi} \\ T^{\phi t} & T^{\phi r} & T^{\phi\theta} & T^{\phi\phi} \end{bmatrix}$$

Como podemos ver, la representación matricial de los componentes del tensor energía-tensión T no parece darnos mucha información sobre la naturaleza de los mismos. La interpretación de su significado físico se antoja un reto. Pero ello se debe a que no hemos considerado al 4-vector energía-momentum como el verdadero punto de partida para obtener una interpretación física. Recordemos cómo el 4-vector energía-momentum:

$$(E/c, \mathbf{p}) = (E/c, p^1, p^2, p^3)$$

en cierta forma deriva del 4-vector de coordenadas del espacio-tiempo Lorentziano al obtener primero de éste el 4-vector velocidad y posteriormente el 4-momentum con la inclusión de la masa en reposo m_0 . Podemos establecer una correspondencia entre la representación matricial dada arriba para T y una “tabla” que consta de cuatro renglones y cuatro columnas en la cual acomodamos como tabulador *horizontal* a los componentes del 4-vector posición y en la cual acomodamos como tabulador *vertical* a los componentes del 4-vector energía-momentum:

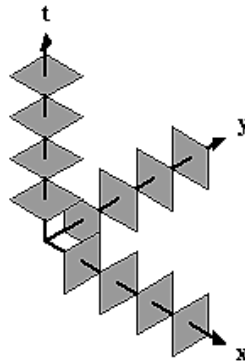
	t	r	θ	ϕ
E/c	■	■	■	■
p^1	■	■	■	■
p^2	■	■	■	■
p^3	■	■	■	■

Para los componentes del tensor energía-tensión \mathbf{T} cuyo significado físico se dará a continuación, se acostumbra utilizar como guía la siguiente definición general:

$$\mathbf{T}^{ab} = \text{flujo de momentum } a \text{ atravesando una superficie de } b \text{ constante}$$

Y al hablar aquí del momentum estamos hablando de *4-momentum*.

Es importante tener presente que en el 4-espacio de la Teoría de la Relatividad tenemos no tres sino *cuatro* superficies que en un sistema de coordenadas Cartesianas (rectangulares) podemos identificar de la siguiente manera: (1) una superficie de $t = \text{constante}$ (la que corresponde a la coordenada “cero” o la coordenada temporal), (2) una superficie de $x = \text{constante}$, (3) una superficie de $y = \text{constante}$, (4) una superficie de $z = \text{constante}$. Al hablar acerca de un *flujo* de energía-momentum a través de una superficie como la superficie x en realidad estamos hablando acerca de un flujo a través de todas las superficies de $x=\text{constante}$. A continuación tenemos una representación esquemática de un flujo de energía-momentum a través de tres de los cuatro tipos de superficie:



En sentido vertical, de abajo hacia arriba, tenemos un flujo de energía-momentum a través de varias superficies de $t = \text{constante}$ (la primera superficie podría representar un tiempo de 1 segundo, la segunda superficie podría representar un tiempo de 2 segundos, y así sucesivamente). No es necesario que algo se esté moviendo de un lado a otro para que ocurra este flujo, puesto que basta con que una partícula u objeto esté en reposo absoluto para que el reloj que marca el tiempo siga avanzando. La partícula “avanza” en el tiempo. Pero en el sentido del eje- x , la partícula u objeto ciertamente está cambiando de posición continuamente, pasando de una *hipersuperficie* plana x a otra. Aquí sí hay “movimiento”, aquí sí hay un “flujo” observable con nuestros sentidos. Lo mismo se puede decir acerca de un flujo que ocurre a lo largo del eje- y atravesando los planos de $y = \text{constante}$. Y lo mismo puede decirse acerca de un flujo que ocurre a lo largo del eje- z atravesando los planos de $z=\text{constante}$, aunque no haya sido posible ya representarlo dentro de la figura de arriba.

El primer componente que identificaremos dentro del tensor energía-tensión \mathbf{T} arreglado con sus componentes identificadores en forma de “tabla” -en los cuales hemos puesto en el tabulador *horizontal* a los componentes del 4-vector posición y en la cual hemos puesto en el tabulador *vertical* a los componentes del 4-vector energía-momentum- es el que está situado en la esquina superior izquierda, de color amarillo, identificado como el componente T^{00} en muchos libros de texto. Este es un componente extremadamente importante del tensor energía-tensión \mathbf{T} . Este componente puede leerse directamente como el *0-momentum* (masa relativista, que es a su vez energía) de un fluido que está fluyendo no en alguna dirección en particular sino fluyendo en el *0-espacio* (el tiempo) como ocurre con un observador que está en reposo en un diagrama espacio-tiempo de Minkowski. Este, por lo tanto y sin lugar a dudas, es el componente que nos suministra la **densidad de la masa relativista** (el equivalente energético de la masa dividido entre el cuadrado de la velocidad de la luz en conformidad con la relación $E = mc^2$) simbolizada como ρ , y en un marco de referencia estático nos representa la cantidad *total* de masa-energía sumada al combinado total de todos los demás tipos de energía (electromagnética, calorífica, energía de rotación, etc.).

Si todo lo que tenemos en el marco de referencia para el cual se está especificando el tensor energía-tensión \mathbf{T} es un cuerpo o una colección de partículas (polvo) en absoluto reposo, entonces el componente T^{00} será la única entrada en el tensor; todos los demás componentes serán iguales a cero. Sin embargo, si ponemos dicho cuerpo o dicha colección de partículas en movimiento en cierta dirección, entonces habrá una transferencia o *flujo* de masa-energía de un lugar a otro. Pero es importante tener en cuenta que dicho “movimiento” no se llevará a cabo simplemente a una velocidad ordinaria V en tres dimensiones, sino que se llevará a cabo a una *4-velocidad* relativista que el tensor energía-tensión de orden dos debe estar preparado para manejar. Esto nos lleva al verdadero punto de origen del tensor energía-tensión \mathbf{T} . Del mismo modo en que el *4-momentum* \mathbf{P} unifica los conceptos clásicamente dispares de la energía y el momentum por medio del 4-vector velocidad \mathbf{U} :

$$\mathbf{P} = m_0 \mathbf{U}$$

no debe sorprendernos que el equivalente requerido para la Relatividad General se base en la extensión directa de este concepto generalizándolo con el *producto tensorial directo* del 4-vector velocidad \mathbf{U} consigo mismo, reemplazándose a la masa en reposo (que es también el equivalente a una energía en reposo en base a la relación $E = m_0 c^2$) con la densidad de la masa del conjunto de partículas “flotantes” que constituyen el “polvo”:

$$\mathbf{T} = \rho \mathbf{U} \otimes \mathbf{U}$$

Es recomendable tomarse un poco de tiempo para comparar ambas expresiones antes de seguir adelante.

En un sistema arbitrario de coordenadas x^μ en el cual la 4-velocidad del polvo es $U = (U^\mu)$, una vez identificada la densidad de energía (energía por unidad de volumen) del polvo como ρ entonces todas las componentes contravariantes posibles del tensor T estarán dadas en notación de componentes por:

$$T^{\mu\nu} = \rho U^\mu U^\nu$$

Es momento de recordar la definición básica de la 4-velocidad, la cual es:

$$U = (U^0, U^1, U^2, U^3) = (\gamma c, \gamma v^1, \gamma v^2, \gamma v^3)$$

Con esta definición, podemos escribir la definición dimensionalmente correcta del componente T^{00} :

$$T^{00} = \rho U^0 U^0 = \rho (\gamma c)(\gamma c) = \gamma^2 c^2 \rho$$

Dimensionalmente hablando, esta relación explica el por qué dividiendo T^{00} entre c^2 nos proporciona una densidad de masa (el factor gamma es adimensional).

Habiendo identificado el significado físico de T^{00} , ahora para mayor comprensión haremos aquí un cambio de coordenadas y utilizaremos las coordenadas Cartesianas rectangulares en lugar de las coordenadas esféricas con las que comenzamos arriba, con lo cual los componentes del tensor energía-tensión T que vamos a identificar quedan destacados de la siguiente manera:

$$E/c \begin{bmatrix} t & x & y & z \\ p^1 & \color{red}\blacksquare & \color{cyan}\blacksquare & \color{cyan}\blacksquare \\ p^2 & \color{red}\blacksquare & \color{green}\blacksquare & \color{brown}\blacksquare \\ p^3 & \color{red}\blacksquare & \color{green}\blacksquare & \color{brown}\blacksquare \end{bmatrix}$$

Esto significa que haremos:

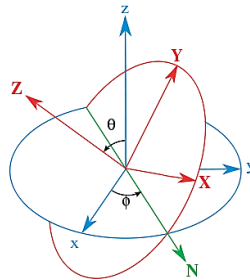
$$(E/c, \mathbf{p}) = (E/c, p^1, p^2, p^3) = (E/c, p^x, p^y, p^z)$$

Hecho este ligero cambio y en base a la definición general que se ha dado arriba procederemos a identificar a los componentes T^{0j} , para $j \neq 0$, los cuales son:

$$T^{0j} = \rho U^0 U^j = \rho (\gamma c)(\gamma v^j) = \gamma^2 c \rho v^j$$

Dimensionalmente hablando, esto nos dice que T^{0j} es el flujo de masa relativista (energía) en la dirección hacia la cual apunta la velocidad v^j . Es así que tenemos a T^{01} (de color ciano) como el **flujo de masa (energía) a través de la superficie 1** (la superficie perpendicular al eje-x). Obsérvese que al no ser ambos índices del tensor energía-tensión iguales a la componente temporal como ocurre con $T^{00} = T^{tt}$, *queda liberado uno de los índices para poner las cosas en movimiento, la situación que antes era estática se vuelve dinámica*. Pero en coordenadas Cartesianas tenemos otras dos coordenadas, de modo tal que podemos identificar al siguiente componente (también de color ciano), el componente T^{02} , como el **flujo de masa (energía) a través de la superficie 2**, (la superficie perpendicular al eje-y), y podemos identificar al siguiente componente (también de color ciano), el componente T^{03} como el **flujo de masa (energía) a través de la superficie 3** (la superficie perpendicular al eje-z).

¿Cambiarían en algo estas últimas definiciones si en lugar de coordenadas Cartesianas hubiéramos utilizado coordenadas esféricas? En nada, ya que en coordenadas esféricas si especificamos algo como la fijación de uno de los ángulos a un valor determinado estamos anclando una coordenada angular dejando libres las otras dos coordenadas (la coordenada radial y la otra coordenada angular), *justo lo que necesitamos para definir una superficie en coordenadas curvilíneas*, de modo tal que aquí también tendríamos un flujo de masa (energía) a través de una 2-superficie:



En general, si utilizamos *coordenadas generalizadas*, podemos identificar a T^{0i} como el **flujo de masa (energía) a través de la superficie x^i** (la cual puede ser x^1, x^2 o x^3).

Por último, tenemos que para $i \neq 0$ y $j \neq 0$:

$$T^{ij} = \rho U^i U^j = \rho (\gamma v^i)(\gamma v^j) = \gamma^2 \rho v^i v^j$$

Esto lo podemos interpretar como el *i-momentum* fluyendo en la *j-dirección* por unidad de área por unidad de tiempo atravesando la superficie de $j = \text{constante}$.

PROBLEMA: Demostrar que los componentes

$$T^{ij} = \rho U^i U^j = \rho (\gamma v^i)(\gamma v^j) = \gamma^2 \rho v^i v^j$$

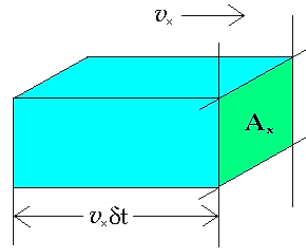
para $i \neq 0$ y $j \neq 0$ del tensor energía-tensión T se pueden interpretar como un flujo de *i-momentum* fluyendo por unidad de área por unidad de tiempo a través de una superficie- j .

Los pasos para llegar a esta interpretación se detallan a continuación:

$$T^{ij} = \gamma^2 \rho v^i v^j = \gamma^2 \frac{\rho (dA^j v^j dt) v^i}{dA^j dt} = \gamma^2 \frac{\rho dV v^i}{dA^j dt} = \gamma^2 \frac{(dm_0) v^i}{dA^j dt} = \gamma^2 \frac{d(m_0 v^i)}{dA^j dt}$$

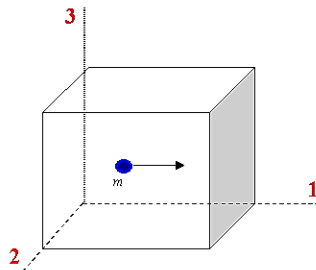
$$T^{ij} = \gamma^2 \frac{dP^i}{dA^j dt}$$

En el primer paso, simplemente multiplicamos y dividimos por un elemento infinitesimal de tiempo dt y un elemento infinitesimal de la superficie dA^j que está siendo atravesada por la masa (energía) en movimiento. En el segundo paso, el producto de v^j y dt nos da la distancia infinitesimal recorrida en ese tiempo dt por la masa en movimiento, distancia que multiplicada por dA^j nos da el elemento infinitesimal de volumen dV :



La densidad de masa ρ la podemos tomar como un elemento infinitesimal de masa propia dm_0 dividida entre un elemento infinitesimal de volumen dV . En el tercer paso, agrupamos bajo un mismo paréntesis al elemento infinitesimal de masa propia dm_0 y a la velocidad v^j formando de este modo el elemento infinitesimal de momentum dP^i . Lo que tenemos a fin de cuentas es un flujo de i -momentum fluyendo a través de la superficie- j .

De este modo, podemos identificar al primer componente diagonal de color café ubicado en T^{11} como el 1 -momentum fluyendo en la 1 -dirección por unidad de área por unidad de tiempo. El flujo de momentum por unidad de tiempo equivale clásicamente a una fuerza $\mathbf{F} = d(mv)/dt$ que está siendo ejercida por dicho momentum sobre la hipersuperficie $l = \text{constante}$. Y siendo ésta una fuerza por unidad de área, lo cual es ni más ni menos que la *presión* ejercida por el “polvo”, se trata precisamente de la presión que está ejerciendo el polvo sobre una superficie perpendicular a la dirección 1 a lo largo de la cual está fluyendo el polvo (que en este caso tomamos como el eje- x):



Del mismo modo, identificamos al segundo componente diagonal de color café ubicado en T^{22} como el 2 -momentum fluyendo en la 2 -dirección por unidad de tiempo por unidad de área, lo cual podemos interpretar también como la presión que ejerce el polvo sobre una superficie perpendicular a la dirección 2 a lo largo de la cual está fluyendo el polvo (que en este caso podemos tomar como la superficie perpendicular al eje- y). Y finalmente, identificamos al tercer componente diagonal de color café ubicado en T^{33} como el 3 -momentum fluyendo en la 3 -dirección, lo cual podemos interpretar también como la presión que ejerce el polvo sobre una superficie perpendicular a la dirección 3 a lo largo de la cual está fluyendo el polvo (que en este caso podemos tomar como la superficie perpendicular al eje- z).

Veamos ahora los componentes del tensor energía-tensión $\mathbf{T}=(T^{ij})$ que corresponden a los bloques de color verde, los componentes “cruzados”. Un término como T^{12} vendría siendo la transferencia de 1 -momentum en la 2 -dirección. ¿Pero cómo puede ser esto posible? se preguntarán quizá algunos. ¿Cómo es posible que algo que está fluyendo única y exclusivamente en la dirección del eje- x transfiera algún efecto a una coordenada que le es perpendicular? Una transferencia de este tipo de una coordenada a otra sólo puede llevarse a cabo a través de algún tipo de fricción o de viscosidad en el fluido, precisamente el tipo de fenómeno que dio origen a la creación del concepto matemático del tensor. De allí provienen precisamente las designaciones para los componentes como σ_{xy} y σ_{yz} del tensor que nos describe las tensiones mecánicas en el bloque de hule descrito arriba. De no ser por este tipo de transferencias “cruzadas” de una coordenada a otra, no necesitaríamos de los tensores.

En cuanto a los componentes del tensor energía-tensión $\mathbf{T}=(T^{ij})$ con $j=0$ que corresponden a los bloques de color rojo, el componente T^{10} es identificado como el flujo de 1 -momentum a través de una superficie de $t = \text{constante}$, lo cual viene siendo la **densidad del momentum a lo largo de la dirección 1**. Obsérvese que hay una diferencia muy sutil en la interpretación física que se ha dado arriba para T^{01} (el flujo de la componente de masa-energía del 4-vector energía-momentum a través de la superficie 1) y la definición que se está dando aquí para T^{10} . Esto, desde luego, puede causar consternación después de haberse afirmado que el tensor energía-tensión es simétrico, lo cual implica necesariamente que $T^{01} = T^{10}$. ¿Seguimos hablando de lo mismo o estamos hablando de dos cosas diferentes? En las aplicaciones prácticas que se han dado hasta la fecha del tensor energía-tensión \mathbf{T} , no se han encontrado aún circunstancias en las cuales $T^{ij} \neq T^{ji}$ para $i \neq j$ ni se han concebido ejemplos en los cuales ocurra tal anomalía. Sin embargo, esto podría muy bien cambiar con el advenimiento de una *Teoría Cuántica de la Gravedad*, y tendría la repercusión inmediata de que los componentes del tensor de Einstein \mathbf{G} tampoco serían simétricos. De hecho, hay miembros respetables de la comunidad científica que han estado investigando activamente esta posibilidad, aunque aún no nos es posible “ver” claramente cómo ensamblar las piezas de este rompecabezas que eludió al mismo Einstein.

Además del término de *polvo* que usamos arriba para describir a una colección de partículas en reposo, en la Relatividad General manejamos también el término de *fluido* como “algo que fluye” sin impedimento mecánico alguno, sin fuerzas de fricción internas entre sus sub-elementos adyacentes de volumen que obstaculicen el movimiento del fluido en general. Específicamente, estamos hablando de un *fluido perfecto*, aquél en el cual no hay rozamientos o viscosidades o fricciones internas ni transferencias de calor, aquél para el cual todos los términos espaciales T^{ij} del tensor energía-tensión \mathbf{T} en que $i \neq j$ son iguales a cero. El fluido perfecto es la generalización del concepto del gas ideal usado en la termodinámica.

Para un fluido perfecto, si no hay transferencias de calor, en el *marco de referencia comóvil* (el marco de referencia en el cual el fluido está instantáneamente en reposo) los componentes $T^{0i}=T^{i0}$ del tensor energía-tensión \mathbf{T} tendrán un valor de cero, ya que la energía puede fluir de un lado a otro únicamente si las partículas pueden fluir también. Y en lo que respecta a la ausencia de viscosidad, esto significa que las fuerzas deben ser siempre perpendiculares a la superficie, lo cual implica que todos los términos espaciales T^{ij} del tensor energía-tensión \mathbf{T} en que $i \neq j$ deben ser iguales a cero, lo cual implica a la vez que \mathbf{T} en su representación matricial debe ser una matriz diagonal. Y puesto que la ausencia de viscosidad es algo que debe ser independiente de los ejes espaciales de las coordenadas, la matriz debe seguir siendo diagonal para *todos* los marcos de referencia comóviles del fluido. La única matriz que puede permanecer diagonal en todos los marcos de referencia debe ser un múltiplo de la matriz identidad, y por lo tanto todos sus términos diagonales *deben ser iguales*. La superficie-x sólo tendrá sobre ella una fuerza que viene del eje-x, y lo mismo se puede decir para las otras dos superficies. Estas fuerzas por unidad de área que deben ser todas iguales en un fluido perfecto es lo que llamamos la *presión*. De este modo, tenemos que para las componentes espaciales del tensor \mathbf{T} se debe tener $T^{ij} = p\delta^{ij}$ en donde p es la presión y δ^{ij} es el tensor delta Kronecker.

Y así, de acuerdo con lo que hemos visto, un fluido perfecto (visto desde un marco de referencia en reposo, sin fricción alguna, bajo una métrica Lorentziana) tendrá el siguiente tensor energía-tensión (se ha dado aquí a la velocidad de la luz cuyo cuadrado divide a las componentes p el valor de uno con el fin de simplificar la escritura de la matriz):

$$\mathbf{T} = (T^{ab}) = \begin{bmatrix} \rho & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p \end{bmatrix}$$

en donde ρ es la densidad de masa (energía) del fluido (el componente T^{00} en este caso) en kilogramos por metro cúbico y p es la presión ejercida por el fluido en la dirección especificada (los componentes T^{11} , T^{22} y T^{33}) en newtons por metro cuadrado. No es difícil verificar que si el fluido está en movimiento a una 4-velocidad $\mathbf{U}=(U^\mu)$ en donde $U^\mu=dx^\mu/d\tau$ con respecto a otro marco de referencia, los componentes del tensor energía-tensión se pueden escribir tensorialmente en notación de componentes de la siguiente manera:

$$T^{ab} = (\rho + p/c^2) U^a U^b + p g^{ab}$$

siendo $g=(g^{ab})$ el tensor métrico del espacio-tiempo que estamos considerando como Lorentziano bajo la métrica:

$$g^{00} = -c^2 \quad g^{11} = g^{22} = g^{33} = 1 \\ g^{ij} = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

A modo de ejemplo, en un marco de referencia comóvil, el único componente de la 4-velocidad que no es cero es el componente temporal, con lo cual $U^0 U^0 = (1)(1)=1$ y para $a=b=0$ tenemos:

$$T^{00} = (\rho + p/c^2) U^0 U^0 + p g^{00} = \rho$$

En notación tensorial más compacta, la fórmula se puede escribir de la siguiente manera:

$$\mathbf{T} = (\rho + p/c^2) \mathbf{U} \otimes \mathbf{U} + \mathbf{g}^{-1}$$

Un fluido con términos de viscosidad o elementos anómalos agregaría términos “cruzados” a la fórmula, lo cual no es deseable a menos de que haya una buena razón para ello.

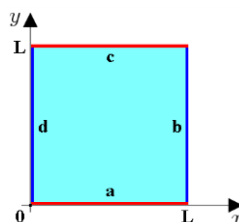
Hemos escogido representar aquí a los componentes del tensor energía-tensión \mathbf{T} como los componentes de un tensor contravariante de orden dos, pero igualmente podríamos haber escogido una representación covariante $\mathbf{T}=(T_{ab})$ para los mismos, estamos en completa libertad de hacerlo siempre y cuando en las operaciones tensoriales acomodemos los índices de modo tal que las operaciones tensoriales (tales como la *contracción* ocasionada por los índices repetidos de acuerdo a la convención de sumación y la derivada covariante de algún tensor o tensores) se sigan llevando a cabo como se deben llevar a cabo. Así, lo que aquí menos llamado T^{00} en otros libros y publicaciones será llamado T_{00} o inclusive T_{11} si se escoge numerar los índices de las coordenadas generalizadas a partir de uno en lugar de a partir de cero, porque en la Teoría de la Relatividad todo es relativo, inclusive esto.

PROBLEMA: *¿Cuál será la representación del tensor relativista energía-tensión a escala astronómica para un fluido no relativista como una nebulosa o una estrella de secuencia principal?*

En un fluido no relativista como una nebulosa o una estrella de la secuencia principal, todos los componentes del tensor de energía-tensión son nulos o de muy poca importancia, salvo el elemento T^{00} que corresponde a la densidad de masa-energía y que es el único que contribuye sensiblemente a la atracción gravitatoria y a la curvatura del espacio-tiempo. Naturalmente, si queremos medir la contracción de volumen producida por la masa-energía presente en una determinada región, tenemos que aplicar las ecuaciones de campo dadas por la fórmula tensorial fundamental de la Relatividad General.

PROBLEMA: *Demuéstrese que si el tensor energía-tensión \mathbf{T} representa la energía-momentum de un fluido perfecto, entonces dicho tensor puede ser utilizado para expresar la ley de la conservación de la energía y el momentum.* (No es necesario recurrir a la derivada covariante para resolver este problema).

Considérese el siguiente corte seccional de un elemento cúbico de lados L del fluido a lo largo del plano-z (estamos considerando únicamente a los componentes espaciales del tensor):



Supondremos que el flujo de energía se puede llevar a cabo a través de cualquiera de los lados del cubo. Tómese por ejemplo la cara d del cubo, de color azul. La razón del flujo de energía a través del área L^2 dicha cara es:

$$L^2 T^{0x} \text{ (en } x = 0)$$

Del mismo modo, la razón del flujo de energía a través del área L^2 de la cara opuesta del cubo, la cara **b**, debe ser:

$$- L^2 T^{0x} \text{ (en } x = L \text{)}$$

Este término tiene un signo negativo puesto que representa energía fluyendo *fuera* del volumen del cubo, mientras que el término anterior tiene un signo positivo puesto que representa energía fluyendo *hacia adentro* del volumen del cubo.

El flujo *neto* de energía en el sentido del eje-x será igual a la suma de los dos términos anteriores, o sea:

$$L^2 T^{0x} \text{ (en } x = 0 \text{)} - L^2 T^{0x} \text{ (en } x = L \text{)}$$

Esto a su vez debe ser igual a la contribución a lo largo del eje-x a la razón de aumento (o disminución) de energía en el interior del cubo, o sea:

$$\partial(L^3 T^{00})/\partial t$$

Del mismo modo, para la cara **a** del cubo, de color rojo, la razón del flujo de energía a través del área L^2 dicha cara es:

$$L^2 T^{0y} \text{ (en } y = 0 \text{)}$$

y la razón del flujo de energía a través del área L^2 de la cara opuesta, la cara **c**, debe ser:

$$- L^2 T^{0y} \text{ (en } y = L \text{)}$$

Enunciados similares aplican al flujo de energía en las caras del cubo situadas en el plano-z.

Sumando todas las contribuciones de flujo de energía al interior del volumen del cubo que aumentarán (o disminuirán) la densidad de energía del cubo, tenemos:

$$\begin{aligned} \partial(L^3 T^{00})/\partial t = & \\ & L^2 T^{0x} \text{ (en } x = 0 \text{)} - L^2 T^{0x} \text{ (en } x = L \text{)} \\ & + L^2 T^{0y} \text{ (en } y = 0 \text{)} - L^2 T^{0y} \text{ (en } y = L \text{)} \\ & + L^2 T^{0z} \text{ (en } z = 0 \text{)} - L^2 T^{0z} \text{ (en } z = L \text{)} \end{aligned}$$

A continuación, podemos dividir todo entre L^3 y tomar el límite $L \rightarrow 0$. Al hacer esto, podemos aplicar la definición de la derivada ordinaria (¡no es necesaria aquí la derivada covariante puesto que estamos trabajando en el marco de referencia comóvil!):

$$\begin{aligned} \lim_{L \rightarrow 0} \frac{T^{0x}(x=0) - T^{0x}(x=L)}{L} &= -\frac{\partial T^{0x}}{\partial x} \\ \lim_{L \rightarrow 0} \frac{T^{0y}(y=0) - T^{0y}(y=L)}{L} &= -\frac{\partial T^{0y}}{\partial y} \\ \lim_{L \rightarrow 0} \frac{T^{0z}(z=0) - T^{0z}(z=L)}{L} &= -\frac{\partial T^{0z}}{\partial z} \end{aligned}$$

Con esto, la expresión se nos reduce a:

$$\frac{\partial T^{00}}{\partial t} = -\frac{\partial T^{0x}}{\partial x} - \frac{\partial T^{0y}}{\partial y} - \frac{\partial T^{0z}}{\partial z}$$

Podemos escribir esto de una manera más compacta usando la notación de la coma y pasando todo del lado izquierdo:

$$T^{00}_{,0} + T^{0x}_{,x} + T^{0y}_{,y} + T^{0z}_{,z} = 0$$

Aplicando la convención de sumación para índices repetidos, esto se reduce a:

$$T^{0j}_{,j} = 0$$

Esta es precisamente la ley de la conservación de la energía.

Del mismo modo, repitiendo los mismos pasos, encontramos que el momentum también debe ser conservado. La única diferencia es que el índice 0 debe ser cambiado a cualquier coordenada espacial que corresponda al componente del momentum que debe ser conservado. La ley general para la conservación de la energía-momentum del tensor energía-tensión **T** debe ser por lo tanto:

$$T^{\alpha\beta}_{,\beta} = 0$$

Esto que acabamos de derivar es válido para un espacio-tiempo *plano*, Lorentziano, o sea en el ámbito de la Teoría Especial de la Relatividad. Si queremos que el resultado sea válido para un espacio-tiempo *curvo*, o sea en el ámbito de la Relatividad General, la coma debe ser reemplazada por un semicolon, lo cual significa que la diferenciación ordinaria debe ser reemplazada por una diferenciación *covariante*.

PROBLEMA: Usando la relación $T^{\alpha\beta}_{,\beta} = 0$, demuéstrese que para un sistema acotado en el cual $\mathbf{T} = (T^{\alpha\beta}) = 0$ afuera de cierta región acotada de espacio:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int T^{0\alpha} d^3x = 0$$

Sobreentendiéndose que la integral es una integral *triple* llevada a cabo sobre un *3-volumen*, usaremos a nuestro favor la simetría del tensor métrico, con lo cual $T^{0\alpha}_{,\alpha} = T^{\alpha 0}_{,\alpha}$ y:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int T^{0\alpha} d^3x = \frac{\partial}{\partial x^0} \int T^{0\alpha} d^3x = \int \left(\frac{\partial}{\partial x^0} T^{\alpha 0} \right) d^3x = \int T^{\alpha 0}_{,0} d^3x = 0$$

Se ha utilizado en el último paso la identidad $T^{\alpha\beta}_{,\beta} = 0$ haciendo $\beta = 0$.

Algo que resulta ser de extrema utilidad al estar manejando tensorialmente asuntos que tienen que ver con la conservación de ciertos parámetros físicos es el hecho de que el teorema de Gauss, extendido al 4-espacio relativista, nos permite convertir leyes *diferenciales* (que involucran derivadas) de conservación en leyes *integrales* de conservación. Con el fin de dejar esto aclarado, utilizaremos como referencia el 4-vector posición relativista definido de la siguiente manera (con los índices corriendo de 1 a 4 en vez de correr de 0 a 3):

$$(x^1, x^2, x^3, x^4) = (ct, x, y, z)$$

y desarrollaremos unos resultados trabajando primero sobre un 4-vector general $T=(T^\mu)$, el cual puede representar cualquier cantidad, y tras esto sobre un 4-tensor de orden dos $Q=(Q^{\mu\nu})$ que extiende de modo natural el resultado obtenido para el 4-vector T .

PROBLEMA: Demostrar que si un 4-vector $T = (T^\mu)$ satisface la relación:

$$\partial_\mu T^\mu = 0$$

o bien:

$$\frac{\partial T^1}{\partial x^1} + \frac{\partial T^2}{\partial x^2} + \frac{\partial T^3}{\partial x^3} + \frac{\partial T^4}{\partial x^4} = 0$$

y si los componentes de T^μ son diferentes de cero en una región espacial finita, entonces la integral sobre un 3-espacio (tomando dentro del integrando a la primera componente -la componente temporal- del vector T):

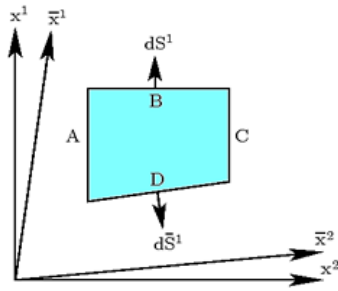
$$I = \int T^1 d^3x$$

es una invariante.

La demostración de este teorema requiere el empleo del teorema de Gauss generalizado hacia un 4-espacio, en donde una integral de volumen es equivalente a una integral llevada a cabo sobre una superficie que encierra a dicho volumen:

$$\int_V \partial_\mu T^\mu d^4x = \oint_S T^\mu dS_\mu$$

siendo dS_μ un elemento infinitesimal de una 3-superficie que encierra un 4-volumen, con lo cual la integral puesta en el lado izquierdo de esta fórmula es una integral *cuádruple* mientras que la integral en el lado derecho de la fórmula es una integral *triple* que se debe llevar a cabo sobre una 3-superficie *cerrada*. A continuación tenemos una “rebanada” del 4-volumen sobre el cual se deben llevar a cabo las integraciones (hay otros dos diagramas espacio-tiempo que se pueden construir para x^2 y x^3):



En este diagrama espacio-tiempo de Minkowski en el cual los ejes verticales son los ejes temporales, las *hipersuperficies* A y C son seleccionadas de modo tal que los componentes (espaciales) de T^μ se desvanecen en A y en C (obsérvese que las normales a las superficies A y C son perpendiculares al eje temporal x^1). Esto siempre es posible porque se supone que la región sobre la cual los componentes de T^μ son diferentes de cero es de extensión finita. La superficie B es seleccionada de modo tal que sea perpendicular al eje- x^1 (obsérvese que la normal dS^1 es paralela a x^1) mientras que la superficie D es seleccionada de modo tal que sea normal (perpendicular) al eje- x^1 (aunque no lo parece, esto debe ser obvio tomando en cuenta la forma en la cual se construyen los diagramas de Minkowski para el sistema de referencia S' que se supone en movimiento). Aquí los x^μ y los \bar{x}^μ son coordenadas en dos marcos de referencia inerciales (Lorentzianos) arbitrarios. Haciendo uso del hecho de que $T^\mu dS_\mu$ es un escalar (teniendo por lo tanto el mismo valor en todos los marcos inerciales de referencia), el lado derecho del teorema de Gauss como está enunciado arriba nos permite afirmar que:

$$\iiint T^1 dS_1 + \iiint T^1 dS_1 = 0$$

$$\iiint T^1 dS_1 = - \iiint T^1 dS_1$$

y puesto que:

$$dS_1 = - d^3x \quad dS_1 = d^3x \quad (\text{con signos diferentes, véase el diagrama de arriba})$$

se deduce entonces que:

$$\iiint T^1 d^3x = \iiint T^1 d^3x$$

y por lo tanto

$$\iiint T^1 d^3x$$

es una invariante.

El argumento utilizado para llevar a cabo esta demostración también nos sirve para confirmar que la integral I es una constante *en el tiempo*; sólo basta considerar el límite en el que ambos marcos inerciales de referencia son idénticos ($S = S'$) de modo tal que x^1 coincida con \bar{x}^1 y x^2 coincida con \bar{x}^2 .

Ahora generalizaremos el resultado anterior de un vector a un tensor de orden dos. Supóngase que tenemos un 4-tensor de orden dos $Q = (Q^{\mu\nu})$ que satisface la condición:

$$\partial_\mu Q^{\mu\nu} = 0$$

Sea también $\mathbf{A}=(A_\mu)$ un 4-vector cuyos coeficientes no varían con respecto a su posición en el espacio-tiempo (tomémoslos como meras constantes numéricas). Entonces $\mathbf{A}\mathbf{Q}=\mathbf{A}_\nu\mathbf{Q}^{\mu\nu}=(T^\mu)=\mathbf{T}$ debe satisfacer la relación:

$$\partial_\mu T^\mu = 0$$

y por lo tanto:

$$I = \int T^1 d^3x = \int A_\nu Q^{1\nu} d^3x$$

debe ser una invariante por el resultado que obtuvimos en el problema anterior. Sin embargo, recurriendo a la convención de sumación para índices repetidos, podemos escribir:

$$I = A_\mu B^\mu$$

en donde:

$$B^\mu = \int Q^{1\mu} d^3x$$

Se sigue entonces de la *ley del cociente para tensores* (la cual nos dice que si \mathbf{B} es un tensor cualquiera y si el producto $\mathbf{X}\mathbf{B}$ nos produce otro tensor \mathbf{C} , o sea $\mathbf{X}\mathbf{B}=\mathbf{C}$, entonces la cantidad \mathbf{X} es también un tensor) que si $A_\mu B^\mu$ es una invariante para un A_μ arbitrario (recuérdese que lo hemos definido como un 4-vector cuyas componentes no varían con respecto a su posición en el espacio-tiempo, siendo meras constantes numéricas), entonces B^μ se debe de transformar como un 4-vector (constante en el tiempo). En pocas palabras:

$$\iiint Q^\mu d^3x$$

es una invariante.

Los dos resultados que hemos obtenido, tanto para un 4-vector como para un 4-tensor de orden dos, son los que nos permiten convertir leyes *diferenciales* de conservación en leyes *integrales* de conservación.

Un ejemplo de la aplicación de lo que hemos obtenido consiste en demostrar que a partir de la ley de la conservación para la carga eléctrica, $\partial_\mu J^\mu = 0$, se encuentra que la carga total contenida en cierta región es a la vez constante en el tiempo e invariante para todos los marcos de referencia.

PROBLEMA: *Demostrar que la ley de la conservación de la carga eléctrica, escrita en forma diferencial:*

$$\partial_\mu J^\mu = 0$$

implica el resultado de que la carga total contenida en cierta región es a la vez constante en el tiempo e invariante para todos los marcos de referencia.

La expresión $\partial_\mu J^\mu = 0$ es una ley *diferencial* de conservación. Usando los resultados anteriores y tomando en cuenta que de acuerdo a la electrodinámica el componente temporal del 4-vector \mathbf{J} es igual a $J^1 = cp$ en donde p es la densidad de la carga eléctrica (carga por unidad de volumen), podemos escribir la ley integral de conservación de la siguiente manera:

$$Q = \iiint \rho d^3x = \frac{1}{c} \iiint J^1 d^3x$$

Una vez expresada de esta manera la ley *integral* de conservación de la carga eléctrica, la conclusión es inmediata: la carga eléctrica es constante en el tiempo y es una invariante para todos los marcos de referencia.

En este último problema hemos dado un salto breve hacia el tema de la electrodinámica relativista (el cual trataremos más a fondo en entradas posteriores) con el fin de que el lector se vaya acostumbrando y se vaya familiarizando con el tratamiento tensorial de casi todo lo que tiene que ver con los temas fundamentales de la física.

El tensor energía-tensión que hemos estudiado aquí es uno que tiene que ver con la materia como fuente primaria de masa-energía para provocar una curvatura del espacio-tiempo. Pero no es la única fuente para producir tal cosa. Posteriormente estudiaremos otro tensor, el *tensor electromagnético energía-tensión*, en el cual la energía es la contenida en un campo electromagnético. Cualquier fuente de energía, trátese de energía nuclear, energía solar, lo que sea, todo ello tendrá su propio tensor energía-tensión, y el efecto total combinado *sumado tensorialmente* (componente a componente) será lo que producirá la curvatura geométrica del espacio-tiempo. Esto significa que el tensor \mathbf{T} en las ecuaciones de campo de la Relatividad General es en realidad una suma de tensores, todos ellos expresados necesariamente en el mismo sistema de coordenadas (y desde luego en el mismo sistema de unidades), de modo tal que las ecuaciones de campo de la Relatividad General son realmente:

$$\mathbf{G} = 8\pi\mathbf{G} (\mathbf{T}_1 + \mathbf{T}_2 + \mathbf{T}_3 + \dots)$$

Sin embargo, y para fines prácticos, podemos limitarnos a trabajar con el tensor que hemos estudiado aquí, porque es el único que a fin de cuentas produce una curvatura apreciable que puede ser confirmada a través de las observaciones astronómicas.

Continúa en el próximo número...

EFFECTO DE LA ESTRATEGIA METODOLOGICA IREAL EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO DIVERGENTE APLICADO A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN ALUMNOS DEL PRIMER AÑO DE EDUCACIÓN MEDIA (Parte III)

Por: **Dra. ILIANA Y. RODRÍGUEZ**

Docente FACE UC

Tomado de:

Efecto de la metodológica IREAL en el desarrollo del pensamiento divergente aplicado a la resolución de problemas matemáticos en alumnos del primer año de Educación Media. (Parte III) Marco Teórico. Pp. 21-52. Tesis de Maestría. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Educación. Octubre 2008.

Índice:

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.

2.2. Fundamentación Teórica.

2.3. Definición de Términos Básicos.

2.4. Sistema de Hipótesis.

2.5 Sistema de Variables.

2.6. Operacionalización de las Variables.

Referencias.

2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Antecedentes

La existencia de un sin número de investigaciones sobre pensamiento divergente y resolución de problemas en Educación alcanzan un mayor auge a partir de la década de los años 50 con los estudios de la creatividad enfocada hacia los procesos mentales, (Ausubel, 1976 y Pappus, 1966) Es así como, a partir de esta fecha, el desarrollo de las capacidades en el ser humano, en particular el pensamiento creativo o divergente despierta un gran interés entre investigadores y educadores a nivel internacional. (De Bono, 1991; Sánchez, 1992; Stemberg y Lubart, 1996).

Entre los diferentes trabajos de investigación que se han presentado recientemente, a nivel nacional, sobre el desarrollo del pensamiento divergente y la resolución de problemas matemáticos se pueden mencionar los siguientes (González, 1995; Rojas, 1995; Cuevas, 2000; Villegas, 2000; Barbera, 2001; Berenguer y Sánchez, 2003; Álvarez, 2004; García y Polanco, 2004; Piña y Rodríguez, 2004 y Rodríguez, 2008).

Al respecto, González (1995), afirma que una concepción de la enseñanza como capacitación para la solución de problemas, exige el desarrollo de una didáctica que no haga énfasis sólo en contenidos, sino que, además estimule y propicie el desarrollo de los procesos cognoscitivos que puedan emplearse para abordar dichos contenidos. Él plantea que la participación activa del alumno es fundamental y que éste debe aprender por sí mismo *haciendo y creando* como también lo señala el Currículo Nacional Bolivariano (2007) en su pilar fundamental *Aprender a Crear*. Además, señala que las herramientas heurísticas empleadas en la resolución de problemas matemáticos pueden aplicarse en otros contextos (transferencia de aprendizajes), así como también el resolver problemas, permite al alumno mejorar su capacidad analítica y despierta el interés por la matemática, ya que comprende la naturaleza de la matemática.

Por su parte, Rojas (1995), en su investigación *Niño a Niño*, pretendió probar la posibilidad de enseñar ciertas técnicas para el desarrollo de la creatividad a un grupo de alumnos de la U.E. San Felipe, ubicada en la Urbanización Montalbán-Caracas. Este estudio se realizó durante un período de indagación de un mes donde a la población se le aplicó una prueba figural de Torrance como pre-test, luego de dos semanas de interacción y seguimiento se aplicó el post-test. La intención de este estudio era conocer la capacidad creativa de los alumnos y cómo a través de la interacción dirigida se convierten en facilitadores del desarrollo del potencial creativo de otros alumnos. Este estudio concluyó que si los programas educativos y los docentes tomaban en cuenta la creatividad en forma permanente, los alumnos van a adquirir la gran oportunidad de ser hombres innovadores, creadores y capaces de transmitir nuevas ideas.

En la misma tónica, Cuevas (2000), en su estudio *La estimulación de la Creatividad en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje*, hizo énfasis a la estimulación de la creatividad a través de un programa denominado "Aprendiendo con Dinamismo", se tomó a la creatividad como eje de estudio por representar el proceso más elevado de la inteligencia humana, igualmente pudo incentivar dicha estimulación por medio de técnicas novedosas (mapas mentales) y, llegó a la conclusión que por medio del programa los alumnos aumentaron su creatividad significativamente. Además, se observó cambios notables en sus actitudes, es por ello, que afirma que en la Educación Venezolana debe existir una aproximación exclusiva que estimule la producción de ideas en el proceso enseñanza y aprendizaje.

Por su parte, Villegas (2000), en su investigación *Efecto de la Resolución de Problemas en el aprendizaje de las ecuaciones en los alumnos del Primer Año de Educación Media de la U.E. Colegio San Gabriel Arcángel*, ubicado en Valencia-Edo. Carabobo, determinó el efecto de la resolución de problemas en relación a la estrategia tradicional del aprendizaje de las ecuaciones y llegó a la conclusión que dicha estrategia influye positivamente en el aprendizaje de las ecuaciones de los alumnos del Primer Año de Educación Media y, por ello recomendó incorporar la estrategia resolución de problemas desde las primeras etapas, puesto que esto ayuda a mejorar en el estudiante su capacidad analítica y despierta su interés por la matemática.

En concordancia con Cuevas y Villegas, Barbera (2001), en su trabajo de investigación *Efecto de la Estrategia Resolución de Problemas Centrado en la Observación y Aprendizaje de la Matemática del Primer Año de Educación Media en Urama*, por medio de un instrumento basado en las teorías cognoscitivas de Piaget y Vygotsky y las teorías del desarrollo del pensamiento y creatividad de Di Vora, Machado y Sánchez demostró que la estrategia, mejora significativamente el desempeño matemático en el aprendizaje de la matemática a nivel del Primer Año de Educación Media con respecto a la enseñanza tradicional.

También algunos especialistas han expresado sus ideas, al respecto, Berenguer y Sánchez (2003), en su artículo *La Resolución de Problemas Matemáticos una Caracterización Histórica de su Aplicación como Vía Eficaz para la Enseñanza de la Matemática*, hacen énfasis que la enseñanza de la matemática confronta serias dificultades, siendo una de las principales la falta de éxito que tienen los estudiantes en el abordaje y resolución de problemas. Esto los ha llevado a dirigir la atención hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas, considerado de gran importancia pues mediante el mismo, los estudiantes experimentan las potencialidades de utilidad de la matemática en el mundo que los rodea.

Otra alternativa ante el problema han sido las propuestas didácticas más recientes entre las que destacan en este sentido:

Álvarez (2004), en su *Propuesta Pedagógica para el Desarrollo del Pensamiento a Nivel Superior*, propone la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la ciencia cognitiva para lograr el desarrollo del pensamiento crítico y creativo en estudiantes de pregrado. Dicha propuesta surge como resultado de la reflexión crítica y constructiva sobre el estado actual de la Educación Superior en Venezuela y llega a la conclusión que por medio de laboratorios de problemas planteados en los objetivos específicos los estudiantes mejoran el desarrollo de los niveles del pensamiento y, que además, la dinámica misma del trabajo en equipo permite que los estudiantes propongan soluciones creativas a problemas matemáticos tradicionales y no tradicionales.

En adición, García y Polanco (2004), en su trabajo de investigación *Propuesta de Estrategia Fundamentada en la Relajación Creativa y la Resolución de Problemas para el Aprendizaje de los Contenidos Matemáticos en Alumnos del Primer Año del Ciclo Diversificado*, aplicaron una encuesta cerrada dirigida a los docentes de matemática que laboran en la Unidad Educativa “José Félix Mora” para medir el nivel de conocimiento sobre las estrategias señaladas en su objetivo general, y una prueba diagnóstica de selección simple aplicada a la muestra de alumnos de la misma institución, logrando como resultado que en su gran mayoría los docentes conocen sobre la relajación creativa y la resolución de problemas matemáticos en el aula y, sin embargo, no la aplican y en los alumnos se evidenció las diferentes dificultades para desarrollar la creatividad a través de la resolución de problemas. Es por ello que, de acuerdo a estos resultados realizaron la propuesta titulada: Estrategia didáctica RCRP para el aprendizaje de la matemática del Primer Año del Ciclo Diversificado; cuyo propósito fue el de Diseñar una estrategia basada en la *Relajación Creativa y la Resolución de Problemas*.

En concordancia con los objetivos de esta investigación, Piña y Rodríguez (2004), en su investigación *Resolución de Problemas: Una Estrategia para el Desarrollo del Pensamiento Divergente en Alumnos del Primer Año de Educación Media*, hacen énfasis en que el sistema tradicional de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática le coarta la libertad al alumno de desarrollar su pensamiento de una forma no lineal y, es por ello, que por medio de este estudio, comprobaron que es necesario y urgente buscar a través de la resolución de problemas matemáticos que los estudiantes desarrollen su creatividad al máximo logrando de esta forma desarraigar los diferentes tipos de bloqueos de orden cognoscitivos y emocional presente en ellos. Por tanto, las investigadoras propusieron una Estrategia Metodológica denominada IREAL como una aproximación heurística basada en la resolución de problemas y orientada al desarrollo del pensamiento divergente en alumnos del Primer Año de Educación Media, con la que se pretende solventar la situación anteriormente mencionada.

En adición, Rodríguez (2008) en su trabajo de ascenso titulado “*Vinculaciones entre dimensiones del pensamiento divergente y los procesos heurísticos evidenciados en la resolución de problemas matemáticos en alumnos y alumnas de nivel preuniversitario*”, la autora llega a la conclusión de que si a los estudiantes se les permite desarrollar el gran potencial de creatividad que tienen durante su formación y, que en gran parte, puede ser desarrollado a través de procesos heurísticos; estos pueden coadyuvar a tener mayor éxito en el ingreso a las universidades. Por ello, recomienda la necesidad de buscar a través de la resolución de problemas matemáticos que el alumno desarrolle su creatividad al máximo, ya que de esta manera se demuestra que el proceso de enseñanza aprendizaje debe ser creativo, flexible, imaginativo y no un hecho netamente memorístico repetitivo, mecanicista, secuencial y rutinario donde se descuidan las capacidades del pensamiento divergente, obteniendo como resultado una mentalidad rígida y apegada a las estructuras sociales.

De acuerdo con la tendencia observada en la actividad de la comunidad de investigadores en Educación Matemática, la autora considera que la Estrategia Metodológica IREAL propuesta por Piña y Rodríguez, (2004) reúne los requisitos pedagógicos para lograr el desarrollo del pensamiento divergente a nivel del Primer Año de Educación Media; pero, se requiere examinar cuál es su efecto mediante la evaluación de los resultados de su implementación.

2.2 Fundamentación Teórica

Esta investigación se sustenta teóricamente en los postulados de la heurística como estrategia didáctica (Pappus, 1966), la teoría del desarrollo de las habilidades de pensamiento (De Sánchez, 2002), los elementos del pensamiento divergente (De Bono, 1991), la resolución de problemas (Schöenfeld, 1985) y la estructura de la Estrategia Metodológica IREAL (Piña y Rodríguez, 2004). Adicionalmente, se toman ciertos principios del aprendizaje significativo (Ausubel, 1976) y fundamentos de la teoría de la creatividad (Stemberg y Lubart, 1996).

En este sentido, según Pappus (1966), la *heurística* trata de comprender el método que conduce a la solución de problemas, en particular las operaciones mentales útiles en el proceso. Es decir que, planteándose una heurística en matemática se puede lograr que el estudiante obtenga una mejor forma de llegar a la solución de un problema y, además, se logra desarraigar al alumno de la tradicional enseñanza donde se siguen lineamientos rígidos que obstruyen la capacidad para crear, usar la imaginación e innovar ante un problema matemático.

En concordancia con lo anterior, Leclercq (1988) considera que la heurística se apoya en dos teorías fundamentales: la plausibilidad y la teoría de los sistemas. La primera teoría es una de las áreas recientes del pensamiento, proveniente de la matemática y la lógica y, la segunda teoría, alcanza un rápido éxito académico y empresarial y permea muy pronto a las más importantes disciplinas científicas. Sin embargo, más de ocho lustros después una de estas teorías ha conducido, incluso a pesar suyo, a un dominio científico novedoso: las ciencias de la complejidad. El autor se refiere al tránsito de los enfoques sistémicos hacia la emergencia de las ciencias de la complejidad.

En su acepción contemporánea, “la heurística es comprendida como la ciencia de la creación de sistemas de conocimiento con una determinada plausibilidad y en sistemas de invención y descubrimiento bien adaptados”. (Maldonado, 2005, p 6). Esta comprensión tiene, sin embargo, una dificultad a la que, por lo demás, ya se refiriera Platón cuando discute lo que sea ciencia y lo que no lo es. La ciencia es objeto de conocimiento y de enseñanza; es decir hoy, de enseñanza/aprendizaje. Pero si ello es así, existe la dificultad grande según la cual en el mundo no se hace de la heurística un objeto sistemático de educación, y su importancia es aún, cultural y estadísticamente hablando, bastante secundaria. En relación con la caracterización presentada, puede decirse que es, también, ciencia de ordenación de los inventos, hallazgos y descubrimientos.

Por lo tanto, el problema grueso al que al mismo tiempo responde la heurística y que la constituye consiste, por tanto, en *cómo renovar el pensamiento*, modificar las estructuras mentales adquiridas, obtener ideas nuevas, entre otras. Este problema tanto interpela como da lugar a la confluencia entre campos perfectamente distintos, tales como las políticas de investigación y de conocimiento, la gestión y la administración del conocimiento, la psicología (notablemente la psicología del descubrimiento científico, aunque también la psicología de la inteligencia y de la creación artística), la filosofía (en particular de la epistemología y la filosofía de la ciencia), la metodología (no obstante su carácter instrumental y normativo), la historia de la ciencia y en general de la cultura (por ejemplo la historia de las ideas), la historia de la técnica y de la tecnología, y otras. Pues bien de manera puntual, Castell (1997) afirma que lo anterior constituye, sin lugar a dudas, el principal problema científico, filosófico y político del mundo del siglo XXI, y a él están dedicados los mejores esfuerzos de la (construcción de la) sociedad del conocimiento.

Ahora bien, el problema del pensar en el marco de la heurística filosófica Heidegger puede ser considerado, como clave importante en el surgimiento de la heurística. La razón estriba en la distancia –la crítica, en realidad, con respecto a la ciencia y la filosofía, las dos formas principales de la racionalidad occidental. Frente a ellas, contra ellas en rigor, Heidegger (1963) postula la necesidad de pensar. Por lo tanto, en la historia de la filosofía, al decir de Heidegger, revela la historia del nihilismo, el olvido de la pregunta por el ser, el olvido de la pregunta por la verdad como ocultamiento-develación.

Frente a estos dos grandes y fundamentales modos de la racionalidad propios de Occidente (ciencia y filosofía), Heidegger invita a tomar distancia. Ya hoy y hacia futuro no es ya el asunto de la filosofía, como tampoco de la ciencia y la técnica. Más radicalmente, Heidegger observa que el hombre se ha olvidado de *pensar*. Hacer filosofía o hacer ciencia no es lo mismo que *pensar*. La educación y la cultura han hecho de la ciencia y la filosofía, en el mejor de los casos, profesiones, actividades, oficios, entre otros. El título en el que se condensa el pensar lo impensado por Occidente es *die Lichtung*, el claro del bosque, el lugar despejado para la presencia y la ausencia. Hasta aquí puede servir como fundamentación Heidegger.

A título de ejemplos de la observación anterior, es decir, en rigor, de la idea de cómo no hay un objeto de investigación en el sentido positivista o realista de la palabra, sino una construcción de los objetos, cabe hacer mención a Morin (1994). De acuerdo con este autor, es indispensable un método cuyo mérito es el de superar las limitaciones y las trabas del reduccionismo. Su método debe ser visto como el camino que “ayuda a pensar por uno mismo para responder al desafío de la complejidad de los problemas” (p. 36). En sintonía con lo anterior, lo heurístico puede ser una vía para eliminar dicho reduccionismo, ya que se entiende como la búsqueda y la implementación de diversas estrategias que le permite al estudiante resolver problemas.

Sobre el pensamiento divergente se puede hacer un abordaje relativo a la teoría del aprendizaje heurístico vinculado con la investigación, el cual es el siguiente:

El descubrimiento y la comprensión de las estructuras y las relaciones de las cosas forman parte del proceso creativo. Para producir algo creativo o divergente se hace indispensable ciertamente la actitud crítica y el descubrimiento activo, pero además, la transformación de la cosa real en algo nuevo, que permita nuevas comprensiones, descubrimientos y transformaciones de esa realidad.

Lo heurístico engloba el proceso creativo, sus consecuencias y su significación científica. Lo heurístico es condición necesaria para la construcción de una ciencia preocupada por lo verdadero, por lo que no está dado en las apariencias, sino en las estructuras de las cosas (Acosta, 1997, p. 125).

Con respecto a lo anterior, Royer y Allan (1980) afirman que en psicología la heurística se relaciona con la creatividad y se ha propuesto que sea aquella regla sencilla y eficiente para orientar la toma de decisiones y, para explicar en un plano práctico, cómo las personas llegan a un juicio o solucionan un problema. Usualmente una heurística opera cuando un problema es complejo o el problema trae información incompleta. En general, una heurística puede considerarse como un trayecto a los procesos mentales activos y, por lo tanto, es una medida que ahorra o conserva recursos mentales.

En la actualidad la mayoría de los estudiantes se dan cuenta de la fundamental importancia que tiene la capacidad de pensar y que muchos profesores ejercen una labor llena de inspiración al inculcar en sus alumnos un espíritu de indagación y razonamiento dentro del proceso docente de sus cursos de contenidos convencionales. A pesar de eso, es un hecho indiscutible que muchos estudiantes no adquieren la capacidad necesaria, y que hasta hace poco se ha prestado relativamente muy poca atención a la posibilidad de hacer de la enseñanza de la habilidad de pensar un objetivo educacional primario en el sentido, que lo son la enseñanza de la lectura, la escritura y las matemáticas. Si se quiere enseñar habilidades adicionales para pensar, se debería tratar probablemente de comprender cómo adquiere la gente el impresionante arsenal de habilidades cognitivas que suelen desempeñar en el curso normal de su desarrollo.

En este sentido, como sucede con cualquier material u objeto de enseñanza, para enseñar a pensar primero se tiene que saber o conocer lo suficiente sobre el objeto a enseñar, en este caso sobre el pensamiento. Del mismo modo, no se puede enseñar matemática si no se dominan las matemáticas. Por ello, el objetivo del programa *Desarrollo y enseñanza de habilidades del pensamiento* de De Sánchez (1991), es desarrollar habilidades que propicien un aprendizaje más perdurable, significativo y de mayor aplicabilidad en la toma de decisiones y en la solución de problemas relacionados con las situaciones que el individuo afronta en su interacción con el medio.

Este programa se fundamenta en las teorías acerca del funcionamiento de la mente, la estimulación del intelecto y los fenómenos cognitivos que acompañan el acto mental. Dichas teorías provienen de la psicología y de la ciencia cognitiva (Gardner, 1985; Glass y Holyoak, 1986), de los modelos actuales que explican la inteligencia humana (Stenberg, 1985) y el paradigma de procesos (De Sánchez, 1992).

La psicología cognitiva, además de los temas convencionales, cubre tópicos actuales que tratan un amplio rango de temas relacionados con el pensamiento, la cognición, el aprendizaje y el desarrollo humano. Estos temas han contribuido a extender el estudio y la comprensión de algunos procesos de la mente humana como la percepción, la representación del conocimiento, la modificabilidad cognitiva, la construcción de modelos psicológicos de procesamiento de la información, entre otros. Dichos temas representan avances significativos del conocimiento que tienen, en la actualidad, importantes implicaciones sobre el desarrollo humano, la enseñanza y el aprendizaje.

La teoría triádica de la inteligencia (Stenberg, 1985) explica el locus de la inteligencia en términos de tres subteorías, componencial, experiencial y contextual. Esta teoría provee una base amplia para la comprensión y el desarrollo intelectual del ser humano y está centrada en el razonamiento; la consideración de una serie de modelos de adquisición de conocimientos y de optimización del pensamiento; el desarrollo de habilidades de discernimiento y de automatización del procesamiento de la información; y la estimulación de la inteligencia práctica.

El paradigma de los procesos (Sánchez, 1991) explica los aspectos conceptuales y metodológicos de un enfoque de estimulación del pensamiento basado en la operacionalización del acto mental mediante la aplicación de los procesos como instrumentos que determinan la manera de pensar o de procesar información, y proporcionan los mecanismos para construir, comprender, aplicar, extender, delimitar y profundizar el conocimiento.

Los procesos mentales existen por sí mismos en todas las personas, aun sin ser conscientes de ellos; sin embargo, dado que la aplicación de un proceso implica su transformación en un procedimiento, cuando se practica de manera controlada y consciente, produce la adquisición de una *habilidad de pensamiento* o sea la habilidad para utilizar dicho proceso. Entonces, *la habilidad de pensamiento se adquiere mediante un aprendizaje sistemático y deliberado*, mientras que el proceso u operación mental existe por sí misma en el cerebro.

Siguiendo el orden de las ideas, algunos especialistas que han investigado sobre el pensamiento, encuentran dos (2) comportamientos diferentes, que se pueden resumir en la siguiente tabla. Como no se pueden explicar todas las dicotomías que aparecen en la tabla, se expondrá algunos elementos sobre la clasificación hecha por *De Bono* (1991), la cual se ha trabajado con más frecuencia en estos años.

Tabla de Tipos de Pensamientos

Años	Fuentes	Dicotomía
1950	J.P. Guilford	Convergente-Divergente
1958	E.C. Bartlett	Conclusivo-Emprendedor
1962	T. Bruner	Sinextrógiro-Dextrógiro
1963	N.H. Mackneth	Solución de problemas-Detección de problemas
1967	E. De Bono	Vertical-Lateral

De Bono distingue dos tipos de pensamientos: Vertical y lateral (divergente). El primero lo subdivide a su vez en natural, lógico y matemático. Establece que éstos no son excluyentes, cada uno tiene sus elementos distintivos y en el funcionamiento mental se complementan.

El pensamiento vertical ocurre en forma lineal, y es por tanto el orden su característica principal; cada etapa debe ser justificada y no es posible aceptar pasos equivocados. Este pensamiento utiliza sólo la información relevante, el patrón está basado en la corrección y el proceso es analítico. Las intromisiones aleatorias no tienen cabidas, lo importante es seguir la ruta que tiene mayor posibilidad de ocurrencia mediante un proceso inflexible y finito.

El otro tipo de pensamiento es el lateral o divergente, en el cual la información disponible se organiza de manera no convencional, y genera arreglos que se salen de los diseños establecidos. Este pensamiento se logra mediante un proceso deliberado y generador, en el cual la información se combina de diferentes maneras, haciendo uso de penetradores que abren nuevos caminos o cambian los existentes. El pensamiento lateral puede ocurrir por saltos y considera ideas irrelevantes, es variado antes que correcto, permite explorar rutas que tienen menos posibilidades de ocurrir y facilita el uso de variedad de información. En su naturaleza es un proceso probabilístico en el cual tiene cabida el azar.

Uno de los aportes científicos más relevantes de De Bono, es la definición, estructuración y sistematización del pensamiento lateral. Él plantea:

“El pensamiento lateral es una actitud mental y también una cantidad de métodos definidos. La actitud mental implica la disponibilidad para tratar de mirar las cosas de diferentes maneras. Implica una apreciación de que cualquier manera de mirar las cosas es sólo una entre muchas. Implica una comprensión de cómo usa la mente los esquemas para poder pasar a otro mejor” (1991, p. 29).

Estas son algunas ideas generales de la sustentación teórica, desde lo cognitivo, sobre la necesidad de estimular el pensamiento creativo, ya que forma parte importante del pensar.

Una última observación en relación con el pensamiento y su estimulación, es que, como afirma la Psicología, quien piensa es la persona como una totalidad. Se asocian más cercanamente al pensamiento creativo algunas características psicológicas, como: Fluidez, flexibilidad, elaboración, originalidad, sensibilidad ante los problemas y su capacidad de redefinición.

Cuando el aprendiz se enfrenta con un problema, comienza en su pensamiento un proceso dinámico, que se acelera con un ritmo proveniente del texto del problema y de la peculiaridad misma del alumno al momento de resolverlo. De allí que la resolución de problemas plantea una interacción del alumno con el problema, un proceso complejo, en el cual se producen no sólo transformaciones en el plano material externo, sino también en el plano mental cognitivo interno.

En este instante, es importante puntualizar, que al considerar la resolución de problemas como actividad del pensamiento, también se le establecen metas, en las cuales se hallan indiscutiblemente en primer plano las operaciones básicas del pensamiento, o sea el análisis, la síntesis, la generalización, la abstracción y la comparación, entre otros.

En concordancia con lo anterior, se presenta la idea de Schöenfeld (1985), en la cual describe los cuatro enfoques que, en su opinión, han seguido los trabajos sobre resolución de problemas a nivel internacional:

- ♦ *Problemas presentados en forma escrita*, a menudo problemas muy sencillos pero que colocan la Matemática en el contexto del “mundo real”.
- ♦ *Matemáticas aplicadas o modelos matemáticos*, es decir, el uso de matemáticas sofisticadas para tratar los problemas que reflejan el “mundo real”.
- ♦ *Estudio de los procesos cognitivos de la mente*, consistente en intentos de exploración detallada de aspectos del pensamiento matemático en relación con problemas más o menos complejos.
- ♦ *Determinación y enseñanza de los tipos de habilidades* requeridas para resolver problemas matemáticos complejos.

Dentro de estos cuatro enfoques de la resolución de problemas, la autora de la presente investigación se sitúa en el último y asume como definición del término, la aportada por Schöenfeld (1985), es decir, *el uso de problemas o proyectos difíciles por medio de los cuales los alumnos aprenden a pensar matemáticamente*. Entendiendo la calificación de “difícil” como una dificultad intelectual para el resolutor, es decir, como una situación para la cual éste no conoce un algoritmo que lo lleve directamente a la solución.

De igual forma, se asume el *pensar matemáticamente* como “la práctica de habilidades para formar categorías coherentes, usar procesos de cuantificación y manejo de formas, para construir representaciones simbólicas del entorno y desarrollar las competencias para resolver problemas cotidianos, que aunque sean de naturaleza variada, puedan verse bajo un mismo enfoque de contenidos o metodologías” (Cruz, 1995).

Por último, la resolución de problemas involucra un proceso a través del cual el aprendizaje descubre la manera de combinar reglas previamente aprendidas y aplicarlas en el tratamiento de situaciones nuevas, Ausubel (1976), y el arte de resolver problemas para la cual se estudian reglas, procedimientos, procesos mentales, etapas del razonamiento, de lo que depende el éxito de los estudiantes en resolver problemas matemáticos por sí mismo; descubrir otras vías de solución es lo que se denomina *heurística*.

De lo anterior, es necesario destacar que para desarrollar pensamiento divergente en las escuelas se debe utilizar una estrategia que proporcione a los estudiantes oportunidades frecuentes para pensar creativamente, conduciéndolos a cambios de actitudes; en la cual, se le permita al alumno guiar su solución de una manera que incluya generar preguntas relevantes acerca del problema, formular respuestas y organizar la información en un plan sistemático y evaluar soluciones tentativas.

Con referencia a lo anterior en cuanto a creatividad se refiere, vale la pena destacar, que ésta está relacionada con la generación de ideas que sean relativamente nuevas, apropiadas y de alta calidad (Sternberg y Lubart, 1996). Toyne (citado en Taylor, 1996), afirma que “El talento creativo es aquel que, cuando funciona efectivamente, puede hacer historia en cualquier área del esfuerzo humano”. Todas las definiciones coinciden en lo novedoso, lo que es original, lo que resuelve un problema o el replanteamiento que permite una nueva visión de los ya identificados.

Una situación importante es considerar que desarrollar la creatividad no es sólo emplear técnicas atractivas o ingeniosas por sí mismas; desarrollar la creatividad implica incidir sobre varios aspectos del pensamiento; las cuatro características más importantes del pensamiento creativo son *fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración*.

La primera característica se refiere a la capacidad de generar una cantidad considerable de ideas o respuestas a planteamientos establecidos; en este caso se busca que el alumno pueda utilizar el pensamiento divergente, con la intención de que tenga más de una opción a su problema, no siempre la primera respuesta es la mejor.

La segunda considera manejar las alternativas en diferentes campos o categorías de respuesta, esto es, invertir las ideas hacia otro lado buscando una visión más amplia, o diferente a la que siempre se ha visto.

En tercer lugar se encuentra la originalidad, que es el aspecto más característico de la creatividad y que implica pensar en ideas que nunca a nadie se le han ocurrido o visualizar los problemas de manera diferente; lo que trae como consecuencia poder encontrar respuestas innovadoras a los problemas.

Una característica importante en el pensamiento creativo es la elaboración. Ésta consiste en añadir elementos o detalles a ideas que ya existen, modificando alguno de sus atributos. No obstante, en la generación de ideas creativas intervienen muchos tipos de pensamientos en algún momento del proceso, que permiten hacer a la creatividad más efectiva. Estos son:

- **Pensamiento crítico:** Pensamiento reflexivo y razonable que se centra en decidir ¿qué creer o hacer? Este pensamiento incluye tanto disposiciones como habilidades. Un ejemplo de disposiciones es la generación de muchas alternativas de solución (fluidez) que tiene que hacer el estudiante para determinar cuál de ellas representa la mejor opción y como habilidad se tiene *inferencias, análisis de argumentos, entre otros*.
- **Pensamiento sistémico:** Pensamiento que implica una visión de la realidad compleja en sus múltiples elementos y con sus diversas interrelaciones. Además, este tipo de pensamiento está relacionado con las diferentes habilidades que posee el individuo las cuales son relacionar, transferir, integrar, entre otras. Un ejemplo de este tipo de pensamiento se presenta cuando el estudiante tiene que trasladar el enunciado de un problema de lenguaje cotidiano al lenguaje matemático.
- **Pensamiento divergente:** Considerado como uno de los pilares de la creatividad, se asocia cercanamente a esta última porque permite abrir las posibilidades existentes en una situación determinada, que de otra suerte estaría limitada a sólo una o pocas ideas encerradas en una lógica convencional. En este tipo de pensamiento la reversibilidad es una característica muy importante ya que permite al estudiante tener la capacidad para analizar una situación desde el principio al fin y regresar al punto de partida, o bien para analizar un acontecimiento desde diferentes puntos de vista y volver al original.
- **Pensamiento convergente.** Aunque parezca contradictorio, existe ayuda de este pensamiento para el desarrollo serio y efectivo de la creatividad, ya que aporta elementos necesarios para cerrar, posterior a su apertura, las opciones generadas.

Con relación a todos los planteamientos anteriores, se deja constancia de la búsqueda de estudiantes que sean pensadores, investigadores e innovadores; no sólo aprendices, memorizadores e imitadores; no repetidores del pasado, sino productores de nuevos conocimientos; no sólo versados en lo que se ha escrito, sino alertas a encontrar lo que aún no se ha escrito; que no sean capaces únicamente de ajustarse al medio, que lo ajusten a ellos; no sólo productores de escritos de imitación, sino de artículos creativos; no sólo ejecutantes de alta calidad, también compositores y creadores de nuevos patrones.

Por último, si se toma en cuenta la evolución del pensamiento divergente en el educando, se podrá conjeturar que la “chispa” que indica el proceso de aprendizaje de la matemática es la *necesidad de resolver un problema*, por la cual se puede tomar este principio natural como un instrumento didáctico en la enseñanza de la matemática. La enseñanza por resolución de problemas a través de una heurística divergente pone el énfasis en los procesos del pensamiento a fin de que el educando active y se divierta con su propia actividad mental y ejercite su creatividad con la manipulación de los objetos matemáticos y reflexione sobre su propio proceso de pensamiento a fin de mejorarlo conscientemente.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA IREAL

La Estrategia Metodológica IREAL es presentada por Piña y Rodríguez, (2004) y la conciben como la aproximación a una heurística de resolución de problemas matemáticos que promueve el desarrollo del pensamiento divergente en alumnos del Primer Año de Educación Media. Para determinar su efectividad, la investigadora aplicará la estrategia a estudiantes del mismo nivel; lo que indica que no puede determinarse como efectiva si aún no se aplicado.

Cabe destacar, que la experiencia de aplicación de la Estrategia Metodológica IREAL aún no se ha dado y, solamente se puede afirmar, que su estructura fue realizada en atención a los resultados obtenidos en el diagnóstico de necesidades realizados por Piña y Rodríguez, (2004) por medio de un test de pensamiento divergente elaborado y basado en las ideas tomadas de Guilford y Torrance (1974), sobre los componentes de la creatividad para determinar las dificultades en el desarrollo de habilidades de pensamiento divergente en alumnos del Primer Año de Educación Media. Además, se tiene que la estrategia puede constituir una acción importante que proporcione beneficios a los estudiantes, porque con ella, se pueden adquirir estrategias que le permitan desarrollar: Habilidades, destrezas y creatividad para resolver problemas matemáticos.

La Estrategia Metodológica IREAL está basada en las etapas del proceso creativo del estudiante donde se hace énfasis a los momentos de *preparación, planificación, iluminación, practicidad y verificación* (Penagos, 1999, citado por Ramos, 2001); la teoría del desarrollo de las habilidades de pensamiento (De Sánchez, 2002), los elementos del pensamiento divergente (De Bono, 1991) y, en el enfoque metodológico de Polya, el cual plantea de forma sucinta la posibilidad de resolver un problema mediante la subdivisión de sus partes, estableciendo los siguientes pasos: *entender el problema, idear un plan, realizar el plan y examinar la solución*.

Por último, con esta propuesta se desea que el alumno conciba al máximo el desarrollo del pensamiento divergente, por medio de un proceso donde él intervenga activamente en su aprendizaje y desarrolle su personalidad en los aspectos físico, intelectual, social, moral y emocional. Es por ello, que se busca con esta investigación verificar la efectividad de la Estrategia Metodológica IREAL aplicándola a los estudiantes del Primer Año de Educación Media y, de ser efectiva continuar con su aplicación para así lograr que alumno desarrolle su *pensamiento divergente*, de lo contrario, sugerir los cambios necesarios para mejorar dicha estrategia.

FASES O ETAPAS DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA IREAL

- Identificar el Problema:** Momento de *Preparación*, donde el alumno:
 - ✓ Recopila información con la intervención de los procesos perceptuales de memoria y selección.
 - ✓ Dibuja el problema, lo comprende y replantea con el fin de encontrar soluciones en las situaciones de bloqueos, mediante el enfoque divergente del problema; es decir, verlo de diferentes ángulos.
 - ✓ Formula Problemas.
- Recordar Problemas Parecidos:** Momento de *Planificación*, en el cual, el alumno:
 - ✓ Recorre la secuencia del problema buscando y anotando soluciones.
- Explorar Distintas Estrategias o Vías de Solución:** Momento de *Iluminación* a través del cual, el estudiante:
 - ✓ Explora estrategias o vías de solución como proceso de salida de información.
- Actuar de acuerdo con las estrategias:** Momento de *Praxis*, donde el aprendiz:
 - ✓ Utiliza la estrategia que exploró para la resolución de problemas matemáticos.
- Logros, Observación y Evaluación:** Momento de *Verificación*, en esta fase el estudiante:
 - ✓ Elabora conclusiones sobre el logro de las estrategias utilizadas y se autoevalúa.

2.3 Definición de Términos Básicos

- ✓ **Análisis:** Capacidad para separar las distintas partes de un todo y resaltar las propiedades esenciales de un objeto.
- ✓ **Argumentación:** Utilización del lenguaje común y el lenguaje matemático para la justificación de procedimientos en la resolución de un problema.
- ✓ **Comparación:** Permite examinar dos o más objetos para descubrir sus relaciones, semejanzas o diferencias.
- ✓ **Heurística en matemática:** Forma de obtener una solución cercana a problemas matemáticos sin reglas matemáticas fijas, en un tiempo razonable.

- ✓ Pensamiento Crítico-Representacional: Maneras de percibir las soluciones de los problemas plasmados en gráficos, esquemas y procedimientos visuales para argumentar las respuestas.
- ✓ Procesos Mentales: Operaciones mentales racionales evidenciados en las explicaciones y procedimientos plasmados en las respuestas.
- ✓ Pensamiento Sistémico-Semántico: Proceso de razonamiento integrador de vías de solución que se manifiestan principalmente en la traslación de la situación problemática en un modelo lingüístico.
- ✓ Razonamiento: Habilidad para deducir una consecuencia de ideas de forma ordenada.
- ✓ Síntesis: Resumen organizado de las distintas partes de un todo en el cual se resaltan las propiedades esenciales de un objeto.

2.4 Sistema de Hipótesis

Hipótesis General de Investigación

La Estrategia Metodológica IREAL influye significativamente en el desarrollo del pensamiento divergente aplicado en la resolución de problemas matemáticos en alumnos del Primer Año de Educación Media.

Hipótesis Específicas

1. En condiciones iniciales los grupos experimental y control presentan homogeneidad en el desarrollo del pensamiento divergente aplicado a la resolución de problemas matemáticos.
2. La Estrategia Metodológica IREAL mejora significativamente las operaciones mentales del pensamiento matemático del grupo experimental.
3. La Estrategia Metodológica IREAL mejora significativamente el pensamiento crítico-representacional del grupo experimental.
4. La Estrategia Metodológica IREAL mejora significativamente el pensamiento divergente del grupo experimental.
5. La Estrategia Metodológica IREAL mejora significativamente el pensamiento sistémico-semántico del grupo experimental.

2.5 Sistemas de Variables

Variable Independiente:

Estrategia Metodológica IREAL basada en la resolución de problemas matemáticos: Aproximación heurística basada en la resolución de problemas matemáticos, y orientada al desarrollo del pensamiento divergente en alumnos del Primer Año de Educación Media. (Piña y Rodríguez, 2004)

Variable Dependiente:

Pensamiento divergente aplicado a la resolución de problemas matemáticos: Pensamiento no algorítmico en el cual la vía para la solución de un problema matemático no es visible desde un único punto de vista. Este pensamiento da lugar a soluciones múltiples requiriendo para ello de una gran cantidad de trabajo mental.

2.6 Tabla de Operacionalización de las Variables

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Determinar el efecto que produce la Estrategia Metodológica IREAL sobre el desarrollo del pensamiento divergente aplicado a la resolución de problemas matemáticos en alumnos del Primer Año de Educación Media.</p>	<p>Dependiente: Definición Conceptual Pensamiento Divergente aplicado a la Resolución de Problemas Matemáticos: Pensamiento no algorítmico en el cual la vía para la solución de un problema matemático no es visible desde un único punto de vista. Este pensamiento da lugar a soluciones múltiples requiriendo para ello de una gran cantidad de trabajo mental.</p> <p>Definición Procedimental Pensamiento Divergente aplicado a la Resolución de Problemas Matemáticos: Pensamiento no necesariamente algorítmico en el cual la solución a un problema matemático tiene diversas vías perceptibles desde diferentes puntos de vista tales como crítico, sistémico y, además, mediante las operaciones mentales del pensamiento tales como <i>razonamiento, análisis, síntesis, comparación y argumentación</i>, el cual se logra mediante un proceso deliberado y generador, en el cual la información se combina de diferentes maneras, para llegar a la solución de un problema.</p> <p>Independiente: Estrategia Metodológica IREAL: Aproximación heurística basada en la resolución de problemas matemáticos y orientada al desarrollo del pensamiento divergente en alumnos del Séptimo Grado de Educación Básica. (Piña y Rodríguez, 2004)</p>	<p>Operaciones mentales del pensamiento matemático.</p> <p>Pensamiento Crítico-Representacional</p> <p>Pensamiento Divergente</p> <p>Pensamiento Sistémico-Semántico</p> <p>Características: * Fases de : Preparación, Planificación, Iluminación, Praxis y Verificación</p>	<p>Nivel de: * Razonamiento * Análisis * Síntesis * Comparación * Argumentación * Múltiples representaciones a un problema matemático.</p> <p>Grado de: (Fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración)</p> <p>Grado de: * Reversibilidad del pensamiento Nivel de: Transferencia del lenguaje cotidiano a lenguaje matemático.</p>

Referencias

- Acosta, M. (1997). *Psicología Educativa*. Valencia, Venezuela: Ediciones ALMI C.A.
- Álvarez, C. (2004), *Propuesta Pedagógica para el Desarrollo del Pensamiento a Nivel Superior*, [en línea]. Disponible en: <http://fsf.escuelaing.edu.co/calvarez/articulo1.pdf>.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa. Un Punto de Vista Cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
- Barbera, A. (2001). *Efectos de la Estrategia Resolución de Problemas” Centrado en la Observación, en el Aprendizaje de la Matemática del Séptimo Grado de la Escuela Básica Urama*. Trabajo Especial de Grado. Maestría en Educación Matemática. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Berenguer, I. y Sánchez, N. (2003, Marzo). *La Resolución de Problemas Matemáticos una Caracterización Histórica de su Aplicación como Vía Eficaz para la Enseñanza de la Matemática*. [en línea]. Disponible en: <http://www.upsp.edu.pe/descargas/Docentes/Antinio/revista/03/03/200303307.pdf>
- Cruz, C. (1995). *El Uso de las Estrategias Metacognitivas en la Enseñanza de la Matemática*. IX Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Santiago de Chile.
- Cuevas, J. (2000). *La Estimulación de la Creatividad en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje*. Trabajo Especial de Grado. Maestría en Educación Matemática Orientación. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- De Bono, E. (1991). *El Pensamiento Lateral*. (M.M.L.R, trad). Tercera Edición. Barcelona-España. Paidós. (Trabajo Original publicado en 1974).
- De Sánchez, M. A. (1991). *Desarrollo de Habilidades del Pensamiento. Procesos Básicos del Pensamiento*. México: Trillas.
- Gardner, H. (1985). *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. Nueva York: Basic Books.
- Glass, A. y Holyoak, K. J. (1986). *Cognition*. New York: Random House.
- Ministerio de Educación y Deportes. (2004). *Base de Datos Social de Estadística*. [en línea]. Disponible en: http://www.gerencia social.org.ve/base_datos/gerenciasocial/index.htm.
- Piña, I. y Rodríguez, I. (2004, Junio). *Resolución de Problemas: Una Estrategia para el Desarrollo del Pensamiento Divergente en Alumnos del Séptimo Grado de Educación Básica*. Trabajo Especial de Grado presentado en las V Jornadas Nacionales de Investigación Humanística y Educativa en la Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.
- Ramos, M. (2001). *Creatividad y Otros Conceptos, Definiciones, Puntos, Teorías, Ejercicios y Orientaciones*. Valencia, Venezuela.
- Rojas, N. (1995). *Estrategias Metodológicas Creativas Aplicadas por el Docente de la Primera Etapa de Educación Básica en el Área del Lenguaje*. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Sánchez, M. (1992). *Programa Desarrollo de Habilidades de Pensamiento*. Revista Intercontinental de Psicología y Educación 5 (2), 207-236.
- Schöenfeld, A. (1985) *Sugerencia para la Enseñanza de la Resolución de Problemas Matemáticos*. En separata del libro “La enseñanza de la matemática debate” Madrid, España: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Sternberg, R. (1985). *Beyond I. Q. A Triarchic Theory of Human Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. y T. Lubart. K. (1996). Revista UDEG, *Dossier la Atención a los Niños Sobresalientes*. Número 5, junio-julio, Guadalajara-México.
- Taylor, C. (1996). Revista UDEG, *Dossier la Atención a los Niños Sobresalientes*. Número 5, junio-julio, Guadalajara-México.
- Villegas, Z. (2000). *Efecto de la Estrategia Resolución de Problemas en el Aprendizaje de las Ecuaciones en los Alumnos del Séptimo Grado de la Unidad Educativa Colegio San Gabriel Arcángel*. Trabajo Especial de Grado Maestría en Educación Matemática. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

Continúa en el próximo número...

DILEMAS ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES RELACIONADOS CON EL APRENDIZAJE HUMANO.**La construcción de excedentes de significado y sentido. (Parte I).****Por: Dr. MIGUEL ÁNGEL CASTILLO**

Tomado de:

Dilemas estructurales y funcionales relacionados con el aprendizaje humano. La construcción de excedentes de significado y sentido. (Parte I). Resumen. Abstract. Introducción. Pp. ix-x / 1-9. Tesis Doctoral. Universidad de Carabobo. Valencia, enero de 2011.

Índice:**Resumen.****Abstract.****Introducción.****RESUMEN**

Esta investigación pretende ser una búsqueda y descubrimiento del campo en el cual se encuentra la Psicología del Aprendizaje actualmente. Es un empeño por unir en un bloque lo externo y lo interno de las dimensiones estructurales y funcionales relacionadas con el aprendizaje humano. Esta pretensión implica: articular los campos teóricos, metodológicos, epistémicos, antropológicos, fenomenológicos y hermenéuticos del aprendizaje; la evaluación de su utilidad explicativa, instrumental y tecnológica para la práctica docente y disipar del ámbito educacional los dilemas-dicotomías epistémicas conexionistas que separan lo interno-externo, orgánico-mental, objeto-sujeto y objetivo-subjetivo. No trata de oponer estructura y función, sino rescatar la necesidad de conocer profundamente el saber-qué y el saber-cómo aprende el estudiante y analizarlos desde una dialéctica de la complejidad de la educación. Se propone una antropología psicológica del aprendizaje humano suponiendo que el mismo es un “cambio de conducta”, pero, como consecuencia de la construcción de excedentes de significado y sentido que, a su vez, producen tal transformación. Es la acción del sujeto sobre el mundo y no sólo una actividad del mundo sobre el sujeto. La metodología se funda en una fenomenología y antropología del aprendizaje que pone “entre paréntesis” el conductismo como alternativa psicológica fundamental para llevar a cabo la planificación y administración del aprendizaje. Además, se presumen puntos de unión entre lo cualitativo y lo cuantitativo a partir de la posible utilización de instrumentos cuantitativos que suponen dan lugar a una cualificación de la construcción de excedentes de significado y sentido. Para ello, se construyó una escala de estimación tipo Lickert y un cuestionario de preguntas abiertas que se suponen muestran que los cambios en la concepción son, en verdad, elaboraciones complejas del significado y el sentido que el docente asigna a la percepción sobre la práctica docente. La aplicación de los instrumentos arrojó que la categorización y la construcción de significado y sentido es posible luego de una reflexión crítica.

Sintagmas clave: Excedentes de significado y sentido, acción-proceso-situación, saber-qué y saber-cómo, resistencia, obstáculo-epistemológico, psicología antropológica-fenomenológica-hermenéutica.

ABSTRACT

This investigation seeks to be a search and discovery of the field in which is the Psychology of the Learning at the moment. It is an effort to unite in a block the external thing and the internal of the structural and functional dimensions related with the human learning. This pretense implies: to articulate the theoretical, methodological, epistemic, anthropological, phenomenological and hermeneutic fields of the learning; the evaluation of their explanatory, instrumental and technological utility for the educational practice and to vanish of the educational environment those dilemma-connective epistemic dichotomies that separate the internal-external, organic-mental, object-fellow and objective-subjective. It doesn't try to oppose structure and function, but rescuing the necessity to know deeply the know-what and the know-how the student learns and to analyze them from a dialectical of the complexity of the education. It intends a psychological anthropology of the human learning supposing that the same one is a “behavior change”, but, as consequence of the construction of meaning surpluses and sense that, in turn, they produce such a transformation. It is the fellow's action on the world and don't only unite activity of the world on the fellow. The methodology is founded in a phenomenology and anthropology of the learning that it puts “among parenthesis” the behaviorism like fundamental psychological alternative to carry out the planning and administration of the learning. Also, points of union are shown off between the qualitative thing and the quantitative thing starting from the possible use of quantitative instruments that it's suppose they give place to a qualification of the construction of meaning surpluses and sense. For it, a scale of estimate Lickert type was built and a questionnaire of open questions that are supposed they show that the changes in the conception are, truly, complex elaborations of the meaning and the sense that the educational one assigns to the perception on the educational practice. The application of the instruments hurtled that the categorization and the meaning construction and sense is possible after a critical reflection.

Words Key: Meaning surpluses and sense, action-process-situation, know-what and know-how, resistance, obstacle-epistemological, psychology anthropological-phenomenological-hermeneutic.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación consistió en estructurar y fundamentar (tejer) una arquitectura de conceptos que permitirán interpretar el aprendizaje como un proceso básico de la acción educativa que lleva a cabo el ser humano, en este caso, el estudiante. Para ello, se reflexiona sobre las estructuras y funciones que determinan la conducta aprendida y se parte del supuesto siguiente: La docencia cotidiana ha estado dirigida y condicionada por el paradigma conductista; esta corriente se ha referido exclusivamente al estudio de la respuesta y que esta teorización han tenido, a su vez, una influencia nefasta en la educación y el aprendizaje.

¿Cuál ha sido el fundamento del proyecto conductista? Desde esta perspectiva la vida interior no es el centro de la actividad científica; el meollo es lo externo y, por tal motivo, la respuesta se vuelve certeza porque es posible y fácil de ser medida. En consecuencia, la pregunta básica es: ¿Cuánto ha aprendido el estudiante? Mientras que para esta investigación el cuestionamiento principal ha sido: ¿Cómo aprende el ser humano?

El conductismo y el moderno conexionismo como teorías externalistas consideran una sola vía para el aprendizaje; sin embargo, actualmente se sabe que la respuesta es una consecuencia de la adquisición previa del conocimiento y que sin este requisito no es posible el cambio comportamental. Además, para ambos proyectos positivistas la transformación del comportamiento debería estudiarse tomando en cuenta las “leyes naturales”; es decir, desde el control del estímulo y la respuesta como variable (y considerado como un hecho fenoménico) que influye en el aprendizaje. Por el contrario, se necesita encontrar el sentido y el significado para comprender, entender e interpretar la información y el conocimiento. Para esta investigación lo importante, ha sido conceptualizar al estudiante como constructor de excedentes de significado y sentido porque es inconcebible que la respuesta prevalezca sobre el conocimiento adquirido. Desde esta investigación el aprender, el saber es el conocimiento construido, adquirido pero contemporáneo, actualizado y abierto al futuro: se puede ver y no conocer.

En vista de estos argumentos y dado que no hay un acuerdo entre las perspectivas externalista e internalista esta indagación propone que se acepte este hecho como una situación dilemática. El dilema en la antigüedad consistió en “una premisa doble”, o “dos argumentos contrapuestos”, o dos perspectivas diferentes acerca de un hecho. En la actualidad y desde la Lógica se supone que es una proposición como la siguiente: “Toda cosa es P o es M”. Este Principio conocido como de “contradicción” genera una oposición, un dilema que implica, a su vez, decidir entre lo externo y lo interno, lo cuantitativo y lo cualitativo, el objeto y el sujeto. En el presente caso, entre el conductismo y el cognoscitismo, entre las estructuras y las funciones y su influencia en la educación y el aprendizaje.

La presente investigación se presenta como una alternativa viable para superar las contradicciones dilemáticas porque parte del supuesto siguiente: debe haber una manera (metodológica, hermenéutica, antropológica, psicológica) que solucione la aparente contradicción. La alternativa consiste en convertir el dilema en un problema de investigación cuyo objetivo sea dilucidar, describir, explicar una alternativa diferente al concepto de aprendizaje conductista porque el cambio de comportamiento sólo es posible cuando se tome en cuenta la importancia que tiene para el aprendizaje el papel de las estructuras y funciones neurales, la mente o la consciencia.

Se pretende destacar el papel de las estructuras y funciones (orgánicas y mentales) sobre la educación y el aprendizaje. ¿Por qué? Se reconocen tres problemas fundacionales que debería resolver la psicología del aprendizaje en relación con la “toma de consciencia” de lo aprendido: a) la relación entre lo orgánico (el sistema neural, el cerebro como sustrato de la mente) y la conducta; b) con cuál modelo se puede comprender el origen de la consciencia y c) cómo estudiar empíricamente la relación “mente-cuerpo” (Díaz, 2008). Desde estas proposiciones, se derivan los siguientes problemas: ¿qué y cómo se realiza y se aprende una “actividad de alto nivel” como consciencia organizada y proyectiva? y ¿cuál es su importancia para la educación y el aprendizaje?

El próximo cuestionamiento es el siguiente: ¿Qué se problematiza? El concepto de aprendizaje propuesto por el conductismo porque el docente ha llegado a pensar que el aprender consiste en un simple cambio de conducta. En la educación influida por el conductismo el docente y el estudiante se vuelven “esclavos de lo práctico”, de lo mecánico y durante este pseudoproceso “algo” puede suceder y, sin embargo, no convertirse en una experiencia vivida.

¿Cómo abordar el dilema, el problema o misterio llamado aprendizaje? Uno, suponiendo que el aprendizaje es un proceso tanto externo como interno y dos, conjeturando que existe una mente compuesta por estructuras y funciones orgánicas y mentales localizadas como acciones llevadas a cabo en el cerebro. Los caminos se convierten, entonces, en interrogantes y estas, a su vez, en problemas y finalmente se proponen sus soluciones probables y posibles.

La presente investigación pretendió develar las contradicciones que se generan a partir del contraste entre lo fenoménico de las concepciones conductistas y conexionistas y lo fenomenológico de la educación y el aprendizaje. La fenomenología intenta restablecer los procesos mencionados en toda su amplitud y como modos de cognición; por tanto, no se niega ni la mente, el pensamiento, ni la respuesta sino que las supone como unas estructuras y funciones valiosas a ser tomadas en cuenta. Pero, su poniendo que la respuesta es posible cuando el estudiante adquiere el conocimiento; más aún, que para ello es condición fundamental cumplir con los tres momentos o niveles siguientes: comprender, entender e interpretar los contenidos y que este hecho es posible cuando el estudiante es competente para construir excedentes de significado y sentido.

La indagación se sustenta en una arquitectura metodológica como la siguiente: Pone entre paréntesis el concepto de aprendizaje conductista y conexionistas y seguidamente, aplica las siguientes reducciones: a) fenomenológica que implica considerar el aprendizaje no como una reacción fenoménica; b) que el estudiante está capacitado para elaborar intenciones y c) por último, que lo conocido puede trascender cuando está capacitado para construir excedentes de significado y sentido.

A partir de las contradicciones propuestas surgen Contenidos Propositivos Generales como los siguientes: a) Se formula que es necesario demostrar el valor epistemológico, psicológico y cognoscitivo del aprendizaje humano para el proceso educativo; b) que los procesos de pensamiento poseen un sustrato orgánico que es fundamental considerar y c) que la docencia cotidiana requiere que se relacione lo epistemológico, psicológico y cognoscitivo con las estrategias de aprendizaje utilizadas en la práctica cotidiana. Por lo demás, surgen unos objetivos específicos que intentan demostrar, describir, explicar e interpretar el papel del conductismo, el conexionismo, cognoscitismo, constructivismo y las estructuras y funciones orgánicas y psicológicas en la docencia.

El trabajo se estructura en los Capítulos siguientes:

Capítulo I comprende la problematización y se propone una intervención epistemológica que reclama se tome en cuenta que la indagación se realizó con la intención de develar la influencia que tienen las estructuras y funciones (físicas y psicológicas) sobre las estrategias de aprendizaje que los docentes aplican cuando realizan su labor docente (didascalia). Se conjetura, además, que hay una necesidad perentoria en reconocer los valores que tiene el sintagma “La construcción de excedentes de significado y sentido” en la conceptualización del aprendizaje como actividad dinámica, compleja y transformadora de la educación y el aprendizaje.

Se problematiza y critica, entonces, el concepto de aprendizaje conductista y conexionistas suponiendo que el mismo no cubre las expectativas de una educación transformadora y constructiva porque el conexionismo se refiere a la respuesta, a la consecuencia y no toma en cuenta el pasado, el presente ni el futuro del estudiante. En consecuencia, se presume que ambos, el conductismo y el conexionismo, se han constituido como obstáculos epistemológicos para el avance de las Ciencias de la Educación.

Se propone, así mismo, una vigilancia epistemológica sobre la actividad educativa y de aprendizaje que el docente lleva a cabo en el aula de clases con la finalidad de producir una ruptura intelectual que permita la construcción de un nuevo concepto de aprendizaje y que genere una conducta diferente de la labor educativa. Por otra parte, el problema se formula de la manera siguiente: “Develar los dilemas estructurales y funcionales relacionados con el aprendizaje humano desde una perspectiva fundada en la “construcción de excedentes de significado y sentido”. Se pregunta, también, ¿por qué dilemas y no problemas de investigación?

El Capítulo II describe y explica la metodología con la cual se investigaron los dilemas y problemas. Se propone en lo explicativo especialmente cuestionar el ¿cómo influye la perspectiva metodológica en el camino a seguir por una indagación? Se supone que el cambio es posible realizarlo a partir de la modificación de los encadenamientos de las preguntas y las respuestas teóricas y prácticas dadas en el transcurso de la indagación. Preguntando por ejemplo: ¿cuáles son las representaciones que el estudiante construye?; ¿cómo las construye? Tales cuestionamientos conducen a suponer la existencia de conflictos que es necesario intentar resolver a partir de unos argumentos y postulados relacionados con la educación y el aprendizaje.

El Capítulo III describe los referentes históricos y su influencia en las concepciones sobre el aprendizaje. El análisis comienza desde las representaciones que poseían los griegos. Refiere los aportes de Platón y Aristóteles y cómo el pensamiento de ambos se proyecta en las perspectivas científicas que han estudiado el aprendizaje. El estudio atraviesa la Edad Media, el Renacimiento y la Edad Moderna. Al respecto, se destaca el perfil que han jugado las teorías subsumidas en los aportes del cartesianismo, hegeliano, husserliano y kantiano en la psicología del aprendizaje. La investigación destaca especialmente el papel de Aristóteles cuya “ciencia de la naturaleza” influye en el conductismo y conexionismo al afirmarse desde las “ciencias experimentales” que solamente lo externo es científico y al respecto es conveniente preguntarse: ¿Cómo construir lo múltiple a partir de lo simple y cómo concebir la mente a partir de lo físico?

El recorrido se extiende hasta la contemporaneidad con el propósito de destacar la influencia de la experimentación sobre el saber-qué y el saber-cómo desde los paradigmas conductistas y conexionistas. Especialmente importante es la influencia mostrada por la concepción modular sobre lo orgánico (estructuras y funciones). Esta tendencia sostiene que existen, en el sistema nervioso, módulos que dan lugar a estructuras y funciones muy específicas (altamente especializadas) para el almacenamiento, procesamiento de contenidos, estados y procesos (experiencias vividas) a mediano y corto plazo.

Capítulo IV titulado “Derivaciones de la Fundamentación” plantea una serie de relatos y argumentaciones sobre el conexionismo. Su explicación se refiere básicamente al problema del “cambio de conducta”, su influencia sobre la tarea o ejercicio y su relación con las estructuras y funciones psicológicas y orgánicas. Los argumentos se dirigen a convertirse en un conocimiento válido e importante para los docentes porque pretende que con ellos los mismos pueden superar las limitaciones creadas por el conductismo. No escapa a este análisis las soluciones propuestas desde el cognoscitismo; más aún, se busca una relación con la comunicación y el lenguaje.

Se destaca, así mismo, la relación con el procesamiento de la información y es evidente la influencia que esta perspectiva ha tenido sobre la psicología del aprendizaje tal como el concepto ausubeliano del “aprendizaje significativo”. El Capítulo destaca, también, el constructivismo y su contribución al tomar en consideración las estructuras y funciones orgánicas y psicológicas. Se enfatiza, así mismo, el papel que han jugado las neurociencias y especial atención reciben las teorías sostenida por Edelman y Tononi y las evolucionistas.

Un aparte a tener en cuenta es lo relacionado con las estrategias de aprendizaje y su clasificación en cognoscitivas y metacognoscitivas y ello con el fin de evitar las contradicciones que pudieran surgir con los planteamientos fundamentales de la presente investigación que destaca como hecho fundamental la unión de lo externo con lo interno. Por otra parte, al capítulo no escapa la explicación y descripción del sintagma “construcción de excedentes de significado y sentido” que es pieza valiosa en la elaboración del concepto de aprendizaje sostenido por esta investigación.

El Capítulo V se titula “Los Excedentes de Aprendizaje” y tiene como objetivo destacar el aprendizaje como un proceso y para ello se establece una diferenciación entre la acción, la actividad y la conducta. Se supone que el conductismo sostiene que el comportamiento, la actividad y la acción son conceptos idénticos. Sin embargo, desde esta indagación se define la acción como un hecho que no es solamente un proceso externo (que se define fenoménicamente como “lo observado”); por el contrario, se reafirma que hay una acción interna. Mientras la conducta desde el conexionismo es una actividad externa, para la fenomenología se realiza en ambos sentidos externo e interno. La pregunta es: ¿Cómo y por qué se produce tal acción externa?; ¿Los antecedentes son exclusivamente externos? Se destacan así mismo, las contradicciones generadas por las diferencias entre la comunicación y el lenguaje y sus aportes en la solución de los dilemas propuestos.

El Capítulo VI describe y explica “Las Claves Fenomenológicas” desarrolladas en la investigación. En el mismo, se hace hincapié en la fenomenología de la complejidad. Se parte de la hipótesis siguiente: el encuentro pedagógico se concibe como un sistema interactivo donde conjuntan conocimientos, estados y procesos sometidos a una acción productiva eficiente, efectiva y eficaz llamada construcción de excedentes de sentido y significado. Hay que tomar en cuenta que tal sistema se compone de redes complejas, acciones intrincadas y recursivas como un rizoma. El Capítulo destaca que es un empeño valioso unir lo externo y lo interno, lo cualitativo y lo cuantitativo porque los procesos educativo y de aprendizaje son dialécticos, sistémicos y complejos que se conforman como una red y que deben ser estudiados bajo los criterios de una multiplicidad, interdisciplinaridad y no desde el reduccionismo y lo exclusivamente analítico.

El Capítulo VII se ha llamado “Nodos de Cierre” y los mismos se deben comportar como conclusiones. La implicancia resulta en una recopilación y recapitulación de los trayectos recorridos por el Trabajo. Se supone que se ha recorrido y se concluye que: a) No es que se pretenda eliminar el conductismo de la práctica educativa; por el contrario, se reconocen sus aportes. Lo que se plantea es que la psicología del aprendizaje debería reconocer el papel de la vida interna; esa “voz interior” que resuena constantemente y que debe ser escuchada. b) Que el dilema externo-interno puede ser solucionado tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo. c) Que existen aportes significativos de varias disciplinas que deben ser incorporados al currículum y la práctica docente para que los resultados mejoren el rendimiento de los estudiantes. d) Tales aportes provienen no sólo de las Ciencias de la Educación, sino que se han producido en las neurociencias, la lingüística, la comunicación, entre otras disciplinas. e) Construir un nuevo y diferente concepto de aprendizaje acorde con los aportes de las Ciencias antes mencionadas.

INTERPRETACIONES GENERADAS EN LA PRAXEOLOGÍA DE LAS REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS DE LAS LEYES DE INFERENCIA POR ESTUDIANTES CURSANTES DE LA ASIGNATURA LÓGICA MATEMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO. (ENTRADA 7 y última).

Por: Dra. EINYS FERNÁNDEZ

Tomado de:

Interpretaciones generadas en la praxeología de las representaciones semióticas de las leyes de inferencia por estudiantes cursantes de la asignatura Lógica Matemática de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo. (Entrada 7 y última). Conclusiones y Recomendaciones. Pp. 158-167. Tesis de Maestría. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Educación. Bárbula, 2012.

Índice:

Conclusiones y Recomendaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En un estudio de investigación es importante aportar los resultados más resaltantes que arrojaron el método científico para dar respuestas a la interrogante planteada conjuntamente con sus objetivos propuestos por lo que a continuación se presentan las siguientes deducciones de la investigación:

A través de un análisis cuantitativo se presentó que el intervalo de las calificaciones obtenidas por los educandos están en el rango cerrado uno (01) y veinte (20), de lo cual se evidenció que la nota más representativa ha sido dieciséis (16) puntos, con una mediana de quince (15) puntos, una media geométrica de doce (12) y armónica de ocho unidades con noventa y cinco centésima (8,95), mientras que la desviación estándar está entre las notas de los aprendices se encontró en cuatro unidades con setenta y ocho centésimas (4,78).

Entre los conocimientos adquiridos más resaltantes de la muestra (162estudiantes).se tiene que más del 85% de los discentes presentan una clara noción de las leyes de Simplificación, Silogismo Hipotético o Transitivo y la Conjunción, por lo que las mismas son usadas correctamente al momento de las demostraciones de los razonamientos planteados, sin embargo, se encontró que entre el 15% y el 22% de los educandos tiene incorrecciones conceptuales para identificar y diferenciar la leyes del Modus Tollendo Ponens, Modus Ponendo Ponens y Modus Tollendo Tollens a través de su nombre y/o representación semiótica, en este mismo orden de ideas, se encontró que entre el 10% y 12% de los sujetos se abstuvieron en los ítems donde se les solicitaban identificar las mismas tres leyes mencionadas anteriormente; de tal manera se deduce y generaliza que a través del promedio de los tres porcentajes más elevados que se encontraron en los estudiantes que no respondieron y a sus incorrecciones en la dimensión conceptual para reconocer leyes de inferencias, se tiene que más del 15% de los discentes presentan serias dificultades cognitivas en cuanto al aprendizaje, la comprensión, el reconocimiento y el uso de los tres tipos de modus que tienen las leyes de inferencias en el cálculo proposicional, y por ende, manifestaron obstáculos al momento de demostrar los razonamientos planteados.

Se evidenciaron altos porcentajes de educandos que evadieron algunas dimensiones del proceso praxeológico propuesto por Chevallard (1999) en su Teoría Antropológica de lo Didáctico donde el 46% de los discentes en estudio no desarrollaron en su totalidad la praxeología de las representaciones semióticas de las leyes de inferencia, ya que se observó con mayor énfasis que los encuestados obviaron la fase tecnológica, la cual hace referencia a las explicaciones que ellos deben aportar debido a la técnica empleada, sin embargo, se obtuvo que paralelamente tanto la tarea presentada como el aspecto teórico tuvieron porcentajes iguales (12%); lo cual lleva a deducir que tales grupos de encuestados no realizaron la tarea puesto que no tienen dominio de la teoría, y por ende no pudieron explicar sus representaciones mentales (internas) debido a que no poseen las destrezas necesarias o existe la ausencia de ideas referenciales en sus estructuras cognitivas que les permitan explicar y/o interpretar el tema en disertación.

No hubo éxito rotundo en la organización didáctica del tema en estudio ya que los estudiantes presentan serias dificultades cognitivas y semióticas para identificar y diferenciar entre sí las leyes de inferencias, manifiestan confusiones al momento de simbolizar polinomios proposicionales, no logran plantear correctamente un razonamiento con el uso de la simbología de la Lógica Proposicional y por ende algunos se iniciaron incorrectamente en la demostración y otros no la comenzaron, por lo que la mayoría no justificaron las técnicas empleadas para la solución de la tarea.

Apoyado en la fundamentación teórica de Duval (1999) y Chevallard (1999) se deduce que los estudiantes cuando ingresan al sistema de la Educación Superior, y en especial énfasis cuando inician estudios en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo no desarrollan a lo largo del intervalo del tiempo que duran cursando la asignatura Lógica Matemática, pero en especial énfasis durante la disertación del tema Lógica Proposicional donde se halla inmerso las leyes de inferencias, un aprendizaje acorde al nivel de estudio, puesto que continúan con una carencia cognitiva acerca de las nociones teóricas y abstractas que deben dominar para poder comprender e interpretar las representaciones semióticas de las leyes de inferencias.

Los estudiantes presentan deficiencias conceptuales puesto que no logran demostrar los razonamientos, no saben realizar los planteamientos del tal razonamiento para su posterior validación, no reconocen la aplicación de las leyes en las tareas, diferencian los nombres de las leyes a través de la presentación de una representación semiótica, pero inversamente no sucede lo mismo, ya que les genera muchas confusiones cuando se les da el nombre de la ley y se les pide indicar la alternativa correcta entre las opciones de las representaciones semióticas.

Por otro lado, cuando se presenta el razonamiento a través de un lenguaje natural los estudiantes manifestaron confusiones, puestos que marcaron palabras asumiéndolas como conectores lógicos, otros no diferenciaron donde terminaba cada premisa, por lo que la misma la separaban en dos premisa, otros la conclusión la colocaban como otro dato previo del razonamiento, también se observó que usan una ley correctamente pero la nombraban erradamente puesto que la confundían con otra, otros usaron leyes del álgebra para la demostración del razonamiento, más sin embargo también eran aplicadas erradamente.

Los estudiantes confunden la ley de la Conjunción con la Adición y/o Simplificación, el Silogismo Hipotético o Transitividad con el Dilema Constructivo, el Modus Ponendo Ponens con el Modus Tollendo Tollens y Modus Tollendo Ponens, y de forma viceversa en todas las situaciones planteadas. En este sentido, los educandos no poseen una noción clara de las leyes de inferencia, es decir, una representación mental correcta de los conectores, de la función comunicativa que ejerce cada ley, e inclusive del antecedente y consecuente de las premisas, a su vez, ellos no comprenden los enunciados para inferir cada una de los pasos necesarios e imprescindible que le permitan diferenciar las partes de un razonamiento deductivo.

Entre las interpretaciones que los alumnos aportaron se evidenciaron errores de gramática, incoherencias en la redacción, inconsistencias en las ideas que buscaban redactar, vacío semántico que permiten inferir que el estudiante posee en sus estructuras cognitivas una nebulosa gris que le impide explicar correctamente las tareas planteadas, además, esto implica que los mismos reflejaron a través de representaciones externas (semióticas) errores conceptuales y procedimentales debido a que poseen una errada representación interna (mental) de las leyes de inferencias.

Entre las diferentes interpretaciones que han aportado la muestra en estudio se tiene que:

- ✓ Denominaron a las leyes inferencias como formulas lógicas en otros casos formulas proposicionales, donde las mismas fueron comparadas como cajas en la que se encuentran elementos y de las que se obtendrán otros resultados.
- ✓ A las conclusiones o nuevas premisas que se generan de la aplicación de una ley la mencionaron como elemento, resultado o contenido; las cuales se deben extraer, hallar, descartar, quitar, conseguir, simplificar, eliminar, obtener, encontrar, añadir, colocar para generar otro nuevo resultado al aplicar la debida representación semiótica de la ley de inferencia.
- ✓ En algunos estudiantes no hubo dominio en la teoría para mencionar a cada uno de los conectores lógicos por su respectivo nombre, ya que se observó que indicaron a tales términos de enlaces por su respectiva representación simbólica, tal situación se pudo constatar con la conjunción, la disyunción inclusiva, la disyunción exclusiva y el condicional. Por otro lado, se evidenció que al conector conjunción lo denominaron disyunción inclusiva y al condicional lo llamaron bicondicional, de lo anterior se deduce que si los mismos tienen confusiones en cuanto al nombre y la representación semiótica de los conectores, por ende tienen conflictos en la comprensión de las leyes de inferencias e inclusive en las interpretaciones.
- ✓ A las variables proposicionales la asociaron como una variante, es decir, al antecedente o consecuente las identifican como variante derecha o variante izquierda, respectivamente, en otro caso, las señalaban como negativo o positivo, tenga o no tenga el conector de negación, respectivamente.
- ✓ Presentan escasas en vocablos que les permitan expresar y redactar sus propias ideas que comprenden en cuanto al uso e interpretación de las leyes de inferencias, además, no tienen el dominio cognitivo para realizar análisis y abstracciones de las mismas, e inclusive para discernir el orden lógico y las debidas deducciones que deben generar en la demostración de los razonamientos.
- ✓ Para explicar sus representaciones mentales usaron mayormente palabras de su lenguaje coloquial dejando así aún lado la redacción de los escritos con vocablos del lenguaje científico.
- ✓ No tienen cognitivamente una sincronía entre las descripciones que dadas con la representación semiótica del objeto en estudio, por lo que se evidencia una discrepancia y ambigüedad entre las interpretaciones aportadas y la ley en disertación.
- ✓ Se destaca que no interpretaron a las leyes de inferencias como un sistema de equivalencias de otras expresiones lógicas.
- ✓ Manifestaron en sus escritos un nivel bajo de comprensión ya que se evidenció inconsistencia en la teoría, incoherencia en la redacción para fundamentar las explicaciones, por lo que también se observó ambigüedad en los conceptos aportados e inclusive en las estructuras gramaticales presentadas.
- ✓ Manifestaron razonamientos incompletos e incorrectos desprovistos de un fundamento teórico, por lo que se justificó opiniones subjetivas a través de las siguientes expresiones que se encontraron: *“así lo recuerdo”, “me parece lo indicado”, “es un consecuente, y así está establecido”, “por el símbolo”, “es lo que corresponde”, “siempre se busca la variante derecha”, “es utilizado para obtener la premisa”, “no se expresar gramaticalmente”, “se simplifica al que no se necesita”, “sirve para conseguir el consecuente o contenido”, “ley que está en el libro”, “porque pienso que es la correcta”, “opuesto antecedente, se niega uno y el otro queda igual y se elimina los que no son iguales”, “puedo obtener un resultado obviando a las demás variables”, “porque hay dos condicionales y una disyunción inclusiva”, “por el orden y símbolo de la premisa”, “así me lo enseñó el profe”, “así me lo enseñaron”, “así lo sé”, “es la ley que corresponde”, “porque presentan tres formas distintas”, “es una o es otra”, “donde de una premisa se localiza el elemento a sustraer o dejar (MTP)”, “pienso que es la correcta”, “por el orden de las premisas”, “porque se identifica en el signo de la disyunción (MTP)”, “es la única que utiliza el conector v para extraer una variable”.*
- ✓ En el estudio de la ley del Modus Tollendo Tollens se presentó que los discentes consideran que el antecedente siempre quedará negativo
- ✓ Se observó que los discentes no tomaron en cuenta los signos de puntuación al momento de simbolizar los enunciados lógicos para así darle un orden, sentido y coherencia a las representaciones semióticas y por ende tener una sincronía equivalente con la mental, la cual les permitiera dar una adecuada interpretación de las leyes de inferencias.
- ✓ Algunos plantearon ejercicios de leyes de inferencias vinculados a la realidad, sin embargo, resulta importante destacar que se observó en la mayoría de los escritos que los educandos presentan un problema ortográfico, ya que para justificar sus respuestas usaron la expresión interrogativa *por qué* en vez de usar el vocablo *porque*.
- ✓ Otros educandos consideraron que la leyes de inferencias les comunican algo que ellos deben hacer, puesto que se observó en reiteradas oportunidades expresiones tales como *“la ley nos dice que...”*.
- ✓ En el estudio de la ley del Dilema Constructivo se presentó en reiteradas oportunidades que los educandos la aplicaron correctamente pero la entienden como una simplificación vinculada a una transitividad.
- ✓ Hubo estudiantes que revelaron que poseen una confusión en sus estructuras cognitivas lo cual les impedían seleccionar la opción correcta y por ende explicarla.
- ✓ Se observó constantemente en la ley del Modus Tollendo Ponens que varios discentes no tomaron en cuenta la veracidad de las componentes (antecedentes – consecuente) por lo que interpretaron que la conclusión que se generan de la misma es aquella variable que no esté negada.
- ✓ En el caso de la absorción la muchos la interpretaron como aquella ley que permite unir variables, lo cual indica que no existe en los educandos una congruencia entre la representación mental de los mismos con la representación semiótica planteadas, evidenciando confusiones en cuanto al uso e interpretación de la ley en disertación.

Se generaliza que los estudiantes no poseen una congruencia entre sus representaciones mentales (internas) con las semióticas (externas), puesto que muchos alumnos obviaron dar respuestas a ciertos constructos, y mientras otros manifestaron errores tanto conceptuales como procedimentales.

RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

A partir de las conclusiones que se generaron mediante el análisis estadístico descriptivo cuantitativo que se desarrolló por medio del instrumento previamente aplicado a la muestra en estudio con el fin de dar respuesta a la interrogante acerca de las interpretaciones que se generan en la praxeología de las representaciones semióticas de las leyes de inferencia en estudiantes cursantes de la asignatura Lógica Matemática de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo se requiere una presentación de diversas recomendaciones a fin de que los discentes mejoren el proceso praxeológico de la unidad II “Lógica Proposicional” de la referida asignatura e inclusive de aquellas otros cursos académicos que vayan en fin de la formación de un individuo, por tal razón se tiene que:

Los estudiantes deben desarrollar en sí mismos el carácter reflexivo y crítico que vaya en función de analizar todas las circunstancias que emergen durante el proceso de enseñanza y aprendizaje; además de crear organizaciones didácticas en el que se planteen diversos registros semióticos a fin de que los mismos sean equivalentes con sus representaciones mentales

Los estudiantes del Departamento de Matemática y Física, e inclusive de los de Química e Informática deberían desarrollar en sus tiempos de estudios personales las representaciones de una lengua natural pero a su vez presentar la equivalencia del mismo a través de una representación semiótica, haciendo énfasis que todo enunciado es una tarea a desarrollar donde el mismo requiere de técnicas para su estudio, así como tecnología y teoría para su validez y consistencia.; tal cual como lo describe en Chevallard (1999) en su Teoría Antropológica de lo Didáctico (praxeología).

Los estudiantes de carreras afines a la modalidad cuantitativa han de internalizar en sus estructuras mentales que todo tipo de lenguaje en cualquier asignatura ejercen una función comunicativa e inclusive, si el ente se refiere a un símbolo abstracto, ellos deben emplear estrategias aprendizaje cooperativas para que todos logren comprender e interpretar tales signos, y así puedan describir con sus propias palabras lo que se pretende representar con ellos.

El estudiante durante el desarrollo de sus clases deben explicar el tema de las de leyes de inferencias desde un punto de vista social, donde a cada ley la simbolicen y generen así sus conclusiones a través de diversos registros semióticos e inclusive, tales leyes deberían ser presentados primero en la lengua natural y después hacer su transformación al lenguaje artificial, para que así estos educandos comprendan mejor tales entes abstractos y puedan manifestar sus ideas con mayor facilidad y claridad.

El estudiante en formación profesional ha de comprender que sus representaciones mentales deben ser equivalente y congruentes con las representaciones semióticas que plantea en sus cuadernos de trabajo e inclusive en sus producciones de evaluación escrita, a fin de que comprenda que si presentan errores y deficiencias en sus evaluaciones, y/o por lo contrario no responde a ciertas tareas planteadas, es porque no tienen congruencia entre sus representaciones internas con la externas.

Los estudiantes deberían incorporarse desde el inicio de su carrera a los sistemas investigativo y de formación que ofrece la casa de estudio de la Universidad de Carabobo que parten del análisis reflexivo y crítico, pero no a partir del noveno semestre, además se les recomienda participar en los proyectos o cátedras libres, foros, talleres, simposios, congresos, conversatorios, que constantemente se están ofertando en los periodos lectivos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la referida universidad, a fin de que entre ellos mismos se fomente el deseo por formarse académicamente, profesionalmente y así puedan realizar investigaciones científicas de corte educativo tecno-científico, además desarrollen un vocabulario rico y extenso de diversos vocablos que les permitan explicar sus puntos de vistas de temas en disertación, en suma a esto logren dar a conocer a los compañeros las fortalezas y debilidades a las cuales se ven enfrentado constantemente los mismos durante sus estudio.

A quienes pueda interesar acerca de la presente investigación, puedan profundizar aún más en el tema disertado u otros afines al mismo, o de su propio interés donde se presente la necesidad de usar y estudiar entes de carácter abstractos, o en su defecto representaciones mentales (internas) y/o semióticas (externas).

Luis Santaló y el nacimiento de la geometría integral en el exilio.

En Argentina, el matemático español estableció los pilares de la llamada teoría de la medida, en la que están definidas en un espacio geométrico y poseen ciertas propiedades de invariancia.

Por ÁLVARO ROMANIEGA

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



EL MATEMÁTICO LUIS ANTONIO SANTALÓ RECIBE EL PREMIO PRÍNCIPE DE ASTURIAS EN INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE 1983. FUENTE FOTO: EFE.

Álvaro Romaniega es doctor en Matemáticas por el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) y fue becario en Ciencias Naturales y Tecnología en la Residencia de Estudiantes. Actualmente es investigador en finanzas estocásticas.

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).

La Residencia de Estudiantes es conocida por ser una institución cultural donde, entre otras cosas, se forjó la generación del 27. Sus pabellones, ubicados en Madrid, acogieron a grandes personalidades de las artes, como Federico García Lorca, Salvador Dalí o Luis Buñuel. Aunque es menos popular, la Residencia también tuvo su contribución al progreso científico y, en concreto, al matemático. Allí empezó la historia académica de Luis Santaló, cuyo trabajo sentó las bases de una nueva área de investigación: la geometría integral.

Santaló llegó a la Residencia de Estudiantes desde Girona para realizar sus estudios en Ciencias Exactas en la Universidad Central –precedente de la Universidad Complutense de Madrid–. En esos años, Santaló forjó una especial relación con Julio Rey Pastor, gran impulsor de la investigación matemática en España y de su institucionalización.

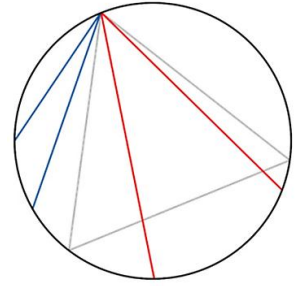
Rey Pastor había realizado estancias en el extranjero, gracias a las pensiones de la Junta para la Ampliación de Estudios (JAE) que le había concedido Santiago Ramón y Cajal. En Alemania pudo completar su formación como geómetra, de la mano de grandes investigadores de la época como Hermann Schwarz, David Hilbert o Constantin Caratheodory. A su regreso, decidió crear el Laboratorio y Seminario Matemático, para facilitar a los alumnos el acceso a la investigación. Este se enmarcó dentro de una serie de laboratorios científicos y centros de investigación creados por la JAE. Algunos se encontraban en la propia Residencia de Estudiantes y tuvieron alumnos muy notables, como el Premio Nobel de Medicina Severo Ochoa.

Aquellos seminarios establecieron los cimientos de la futura trayectoria académica de Santaló. Animado por Rey Pastor, tras finalizar la licenciatura y un breve paso por la educación secundaria, solicitó una beca de la JAE para realizar su tesis doctoral en Hamburgo bajo la supervisión de Wilhelm Blaschke.

El matemático alemán estaba trabajando en un nuevo campo llamado geometría integral o probabilidad geométrica. En 1936 Santaló consiguió el grado de doctor, realizando importantes avances en esta nueva rama de las matemáticas. Pero sus investigaciones se vieron truncadas: en este mismo año estalló la Guerra Civil y Santaló se incorporó al ejército republicano, donde trabajó en cuestiones aeronáuticas –experiencia que le serviría para publicar dos libros sobre el tema–.

Al finalizar la guerra, Santaló cruzó la frontera hacia Francia, donde las autoridades dirigían a los republicanos hacia campos de concentración. Él consiguió huir y comunicarse con Rey Pastor, que estaba en Argentina, y Blaschke, en Alemania. Este último contactó con el famoso matemático Élie Cartan para solicitar su ayuda. Santaló fue arrestado por carecer de documentación y fue el mismo Cartan quien le sacó de la cárcel tras una acalorada discusión con los policías. Después de dar una serie de conferencias en el Instituto Henri Poincaré, puso rumbo a Argentina, gracias al visado que el ingeniero Esteban Terradas le había conseguido.

En Argentina progresó en su carrera como matemático y estableció los pilares de la geometría integral o probabilidad geométrica. Este campo se desarrolló como una rama de la llamada teoría de la medida, en la que las medidas están definidas en un espacio geométrico y poseen ciertas propiedades de invariancia. Este enfoque sirve para resolver problemas como la paradoja de Bertrand. Esta surge al preguntarse: dada una circunferencia y un triángulo equilátero inscrito en ella (como el de la imagen a la derecha): ¿cuál es la probabilidad de que, al pintar una cuerda al azar, su longitud sea mayor que la longitud del lado del triángulo inscrito en la circunferencia? Si elegimos los dos puntos extremos de la cuerda de manera aleatoria, la probabilidad es $1/3$. Sin embargo, si escogemos de manera aleatoria el punto medio de la cuerda la probabilidad se reduce a $1/4$. Esto nos lleva a una paradoja: distintas formas razonables de abordar el problema producen resultados divergentes.



Para darle solución, podemos considerar que la medida de probabilidad debe poseer ciertas simetrías. Por ejemplo, que dos observadores separados a una distancia deberían llegar a la misma conclusión (simetría traslacional) al igual que dos observadores que observan desde distintos ángulos (simetría rotacional). Como comentábamos, este tipo de invariancias son típicas de la probabilidad geométrica. Con estas bases, el físico teórico Edwin T. Jaynes concluyó que solo existe una distribución de probabilidad que satisfaga estas propiedades y esta da el resultado de $1/2$.

Santaló continuó investigando, en contextos mucho más generales y abstractos, estas medidas invariantes bajo ciertos grupos de transformaciones, realizando importantes aportaciones (como la fórmula de Santaló). Muchas de ellas quedaron plasmadas en su libro *Integral Geometry and Geometric Probability*, que pronto se convertiría en una de las referencias clásicas del campo. Sus contribuciones fueron reconocidas en 1983 con el premio Príncipe de Asturias.

El impacto de sus ideas llega a otras áreas de las matemáticas en principio muy alejadas, como la dinámica de fluidos. Este es el caso de los llamados *sándwiches íntegro-geométricos*, que permiten estimar el número de ciertos objetos matemáticos (como puntos o curvas cerradas) contenidos en una región grande del espacio.

Usando los *sándwiches íntegro-geométricos*, aplicados a órbitas periódicas, puntos críticos, tubos de vorticidad y herraduras topológicas, se ha demostrado recientemente el comportamiento complejo que exhiben ciertos fluidos en equilibrio, anticipado por el famoso matemático ruso Vladimir Arnold en los años 60. Curiosamente, parte de este proyecto se ha desarrollado en los mismos pabellones de la Residencia de Estudiantes en la que Santaló entraba hace casi cien años y usando las herramientas de geometría integral que él empezaba a crear.

Dos estudiantes resolvieron un problema matemático "imposible" de 2.000 años.

Dos adolescentes dicen haber demostrado el Teorema de Pitágoras de hace 2.000 años.

TOMADO DE: [Clarfn.com](https://clarfn.com)

3 de abril de 2023



LAS DOS ESTUDIANTES QUE HICIERON UN DESCUBRIMIENTO IMPOSIBLE.

Dos adolescentes de Nueva Orleans afirman que podrían ser las primeras matemáticas en al menos 2000 años en **hallar una demostración trigonométrica del Teorema de Pitágoras.**

"Después de la revisión por pares y si se aprueba, lo publicaríamos en una revista universitaria", explica Calcea Johnson, una de las matemáticas del instituto. "Y entonces se consolidaría, más o menos, en el mundo de las matemáticas".

Según Johnson y su compañera de clase, Ne'Kiya Jackson, los alumnos de último curso del instituto St. Mary's Academy **podrían ser los primeros en utilizar la trigonometría para demostrar el Teorema de Pitágoras.**

El Teorema de Pitágoras ($a^2+b^2=c^2$) suele enseñarse en geometría de secundaria y representa la teoría de que los dos lados de un triángulo rectángulo, cuando se elevan al cuadrado, son iguales al cuadrado de la hipotenusa, según Johnson.

Según el departamento de informática de la UCLA, los eruditos de la antigua Babilonia y Egipto conocían el teorema y figuraba en una tablilla babilónica de 4000 años de antigüedad. Pitágoras fue un antiguo filósofo griego que lo reveló al mundo occidental casi 2000 años después.

El resumen de Johnson y Jackson agrega que el libro con la mayor colección conocida de pruebas para el teorema, The Pythagorean Proposition de Elisha Loomis, "establece rotundamente que 'no hay pruebas trigonométricas porque todas las fórmulas fundamentales de la trigonometría se basan en la verdad del Teorema de Pitágoras'".

"Bueno, todo empezó con un concurso de matemáticas que se impartía en nuestro colegio", dijo Jackson cuando se le preguntó por qué intentaron encontrar la prueba del teorema. "Y había una pregunta extra".

Según Jackson, la pregunta extra consistía en encontrar una nueva prueba de Pitágoras.

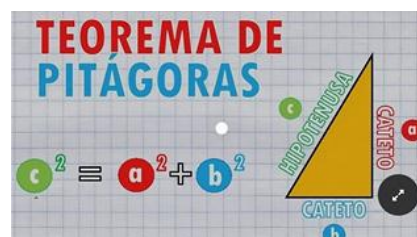
"Lo han hecho otras personas en el pasado, pero las pruebas no han sido realmente trigonométricas", dijo Johnson. "Han sido algebraicas o basadas en el cálculo, pero en este caso se utilizan las reglas trigonométricas".

De acuerdo con los estudiantes de último año de secundaria, las adolescentes presentaron su estudio en la Conferencia Anual del Sureste de la Sociedad Matemática Americana, donde fueron las únicas estudiantes de secundaria en asistir y presentar.



"Al principio, al subir estaba muy nerviosa", dijo Jackson. "Pero una vez que me levanté y empecé a hablar, sentí como si las palabras empezaran a flotar".

Pero la teoría de Johnson y Jackson aún no fue revisada académicamente por pares para demostrar su validez, según la doctora Catherine Roberts, directora ejecutiva de la Sociedad Matemática Americana. Le preocupa que sus conclusiones puedan ser exageradas.



EL TEOREMA DE PITÁGORAS; UN CLÁSICO DE LAS MATEMÁTICAS CON MÚLTIPLES APLICACIONES.

"Efectivamente, me preocupa que esta historia se haga viral", dijo Roberts en una declaración a ABC News. "Lo importante es celebrar que dos jóvenes afroamericanas presenten sus investigaciones sobre matemáticas en una conferencia importante, lo cual es algo poco frecuente, ya que la mayoría de los ponentes están en la universidad o por encima de ella".

Detectada la mayor explosión de la historia del universo.

Astrónomos de EE UU y Australia describen una deflagración cinco veces mayor que cualquier otra detectada hasta la fecha en el cúmulo de galaxias de Ofiuco, a 390 millones de años luz.

Versión del artículo original de NUÑO DOMÍNGUEZ

TOMADO DE: El país



Un equipo de astrónomos de EE UU y Australia anunció el descubrimiento de la mayor explosión detectada en el universo desde su origen, el Big Bang, sucedido hace 13.700 millones de años.

La explosión se detectó en el cúmulo de galaxias de Ofiuco, a 390 millones de años luz de la Tierra. Para alcanzarlo habría que estar viajando 390 millones de años a la inalcanzable velocidad de la luz. La explosión procede del núcleo activo de una galaxia, es decir, un agujero negro supermasivo en el centro del cúmulo.

Este evento es cinco veces mayor que cualquier otra explosión detectada hasta la fecha, y cientos de veces más intensa que la mayoría de las explosiones en cúmulos de galaxias vistas hasta hoy, según aseguran los responsables del trabajo, publicado en *Astrophysical Journal*. Los cúmulos de galaxias son las mayores estructuras conocidas en el universo y están formados por miles de galaxias, materia oscura y gas a altas temperaturas.

Este evento cósmico fue tan violento que formó una enorme cavidad en la nube de gas a altísimas temperaturas que orbita en los límites del agujero negro. Esta cavidad había sido ya detectada con un telescopio de rayos X, pero según los responsables del estudio se interpretó que no podía deberse a una explosión, pues era demasiado grande. De hecho, explica Simona Giantucci, del Laboratorio de Investigación Naval de EE UU y coautora del estudio, en el hueco dejado por la explosión podrían caber 15 galaxias como la Vía Láctea.

Los responsables del trabajo volvieron a analizar esa región de la galaxia Ofiuco, esta vez usando telescopios de radio. Según su trabajo los nuevos datos encajan perfectamente con la explicación que proponen los investigadores. En el trabajo se usó el telescopio espacial de rayos X Chandra, de la NASA, el XMM Newton de la Agencia Espacial Europea y dos radiotelescopios ubicados en Australia e India.

“Esta explosión en realidad fue un periodo continuado de mucha actividad en una galaxia activa producida por la acumulación de materia en torno al agujero negro central”, explica José Luis Gómez, investigador del Instituto de Física de Andalucía. “Una explosión como esta puede durar cientos de millones de años. Esto no es inusual en modo alguno, lo que sí lo es que genere tanta energía”, destacó.

Según el investigador, esta explosión fue 50.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 veces más potente que la primera bomba nuclear, *Trinity*, detonada en julio de 1945.

Uno de los radiotelescopios empleados en el hallazgo es el MWA, al oeste de Australia, un conjunto de más de 2.000 antenas de radio que pronto serán duplicadas hasta las más de 4.000, con lo que tendrá 10 veces más sensibilidad para captar estallidos incluso más lejanos que el detectado ahora.

Así se hizo la luz en el universo tras 180 millones de años de oscuridad.

La detección de una señal de radio desde el universo temprano es el primer indicio de la formación de estrellas y el fin de la llamada Edad Oscura del cosmos.

Versión del artículo original de DANIEL MEDIAVILLA

TOMADO DE: El País - España



RECREACIÓN ARTÍSTICA DE LAS PRIMERAS ESTRELLAS. CRÉDITO IMAGEN: NATIONAL SCIENCE FOUNDATION / EPV.

Cuentan las teorías cosmológicas que hace 13.700 millones de años un punto infinitamente denso comenzó a expandirse a una velocidad mayor que la de la luz. Pocos segundos después de aquel Big Bang, el cosmos ya era inmenso y se habían puesto las bases del universo que conocemos, aunque aún era un mundo extraño. El eco de aquel estallido quedó grabado en un fondo cósmico de microondas que lo permea todo, pero cuando solo habían transcurrido 380.000 años llegó la oscuridad. La masa de partículas que conformaba el universo antiguo comenzó a enfriarse y permitió que protones y electrones se apareasen formando hidrógeno neutro, un gas que absorbió la mayor parte de los fotones a su alrededor. Eso volvió el universo opaco y dio origen a la Edad Oscura del Universo, un periodo fuera del alcance de los telescopios que detectan la luz visible.

Durante casi 200 millones de años, los gérmenes del universo que conocemos se fueron alimentando en la sombra del espacio tiempo. La materia se fue agrupando asistida por el poder gravitatorio de la materia oscura y, finalmente, nacieron las primeras estrellas. Esos astros, enormes, azules y de vida breve, comenzaron a emitir una radiación ultravioleta que cambió el ecosistema cósmico. La radiación modificó el estado energético de los átomos de hidrógeno que se independizaron de la radiación cósmica de fondo y comenzó a amanecer en el universo.

Un grupo de investigadores liderado por Judd Bowman, de la Universidad Estatal de Arizona (EE UU), publicó en la revista *Nature* la detección de una señal producida 180 millones de años después del Big Bang que se convierte así en la prueba más antigua de formación de estrellas que tenemos. El logro llega gracias a una peculiar antena del tamaño de un frigorífico colocada en una región remota de Australia. Allí, lejos de las interferencias de radio de los artefactos humanos, colocaron un receptor que tenía un objetivo bien definido por los físicos teóricos. En el momento de perder su neutralidad, el hidrógeno comenzó a emitir o absorber la radiación circundante en una longitud de onda específica: 21 centímetros, el equivalente a una frecuencia de 1.420 megahercios. Con la expansión del universo y siguiendo la norma del corrimiento al rojo, por la que la longitud de onda de la radiación se incrementa con la distancia, los astrónomos calculaban que la señal llegaría a la Tierra en el entorno de los 100 megahercios.



EL DETECTOR EMPLEADO PARA CAPTAR LA SEÑAL INSTALADO EN EL OBSERVATORIO DE RADIOASTRONOMÍA MURCHISON DEL CSIRO EN AUSTRALIA OCCIDENTAL. CRÉDITO IMAGEN: CSIRO AUSTRALIA.

Pese a diseñar un detector extremadamente sofisticado, capaz de capturar esa señal y distinguirla de la radiación cósmica que baña continuamente nuestro planeta (los autores han calificado el logro como detectar el aleteo de un colibrí en medio de un huracán), al principio, los investigadores no encontraron la señal esperada.

En su planteamiento inicial, calcularon el rango de emisión de aquel hidrógeno primigenio contando con que estaría más caliente que su entorno. Pero, pensaron después, quizá estuviesen equivocados. Cuando cambiaron el modelo asumiendo que el gas estaría más frío y bajaron la frecuencia de búsqueda, encontraron la señal de ondas de radio que perseguían alrededor de los 78 megahercios.

Después de encontrar la señal de la formación de las primeras estrellas, el misterio de la temperatura del hidrógeno dejó espacio para indagar en esa segunda incógnita. ¿Qué había enfriado ese gas? Una de las posibilidades sería que la temperatura de la radiación del universo en aquella época fuese superior a la del fondo cósmico de microondas estudiado por sondas como la europea Herschell. Otra opción es la que plantea un segundo artículo publicado en el mismo número de *Nature*. En este trabajo, liderado por Rennan Barkana, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), se sugiere que las interacciones con la materia oscura, mucho más fría que la convencional, explicarían el desajuste entre las teorías y lo observado.

Estos dos trabajos abren una ventana a una etapa de la historia cósmica hasta ahora velada. Es la primera vez que se mira a ese periodo en que los ancestros de nuestras estrellas y nuestras galaxias comenzaban a formarse. Ahora, otros observatorios podrán seguir indagando en aquel tiempo sabiendo mejor dónde mirar y, por el camino, es posible que se ajuste mejor la búsqueda de la materia oscura. Aquella sustancia, que supone más del 80% del total de la materia del universo, desempeñó un papel fundamental en la evolución del universo y sigue haciéndolo. Y, pese a su nombre, sacó al cosmos de casi 200 millones de años de oscuridad.

Memoria cuántica: el experimento científico que logró atrapar y transportar partículas de luz (y por qué es importante para el futuro de la tecnología).

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**



LA LUZ CONTIENE VALIOSA INFORMACIÓN. FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

Fue solo un milímetro para los científicos, pero un gran salto para la tecnología cuántica.

En un reciente experimento, un equipo de científicos en Alemania logró atrapar una **porción de luz**, meterla en una "maleta" y transportarla a otro lugar.

Todo ocurrió a una escala invisible a simple vista, en una cámara de vacío bajo condiciones controladas dentro de un laboratorio, pero el logro es un avance en el desarrollo de la computación y las **comunicaciones cuánticas**.

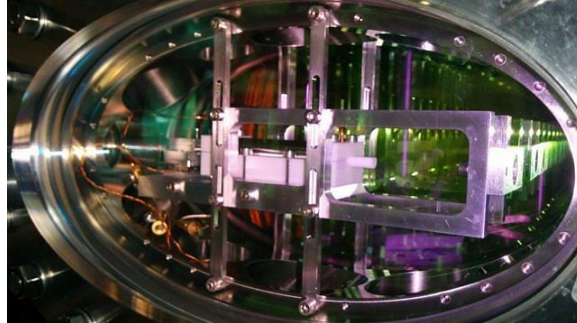
Transportar la luz como si fuera un objeto sólido suena muy llamativo, pero la clave del hallazgo es poder **"transportar la información que contiene la luz"**, según le dice a BBC Mundo Patrick Windpassinger, físico de la Universidad de Mainz y líder de la investigación, que fue publicada en la revista especializada *Physical Review Letters*.

MALETAS DE ÁTOMOS

Transmitir luz no es algo nuevo. La luz puede viajar, por ejemplo, a través de un cable de **fibra óptica**.

Lo diferente esta vez fue que la luz fue almacenada en una "maleta" de **memoria cuántica de luz** y trasladada a través de una cinta transportadora óptica.

¿Memoria cuántica?, ¿cinta transportadora óptica? Veamos de qué se trata eso.



EL EXPERIMENTO SE DESARROLLÓ EN UNA CÁMARA DE VACÍO. FUENTE DE LA IMAGEN: WINDPASSINGER GROUP.

Windpassinger y su equipo tomaron unas diminutas partículas de luz, llamadas **fotones**, y las empaclaron dentro de una maleta hecha de átomos ultrafríos de rubidio-87.

Las maletas de rubidio-87 ofrecen una alta capacidad de almacenamiento durante largo tiempo.

A esas maletas atómicas se les llama "memorias cuánticas", porque en su interior llevan toda la **información de la luz**.

Luego, los investigadores utilizaron dos **rayos láser** para llevar la maleta de un lado al otro, como si fuera una cinta transportadora óptica.

"Movimos la maleta en una corta distancia y luego volvimos a sacar la luz", dice Windpassinger.

Todo esto ocurrió a una escala cuántica. En total, la maleta recorrió solo **1,2 milímetros** sobre la cinta láser.

¿QUÉ ES LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA?

Durante años, la computación cuántica se ha vislumbrado como una tecnología capaz de resolver **problemas complejos** a gran velocidad.

Las computadoras tradicionales utilizan series de **1 y 0**, llamados bits, y que son las unidades básicas a partir de las cuales procesan la información y realizan sus cálculos.

Un bit puede ser 1 ó 0, pero no los dos a la vez.

En una computadora cuántica, en cambio, la unidad básica se llama cúbit y tiene el extraordinario poder de ser **1 y 0 al mismo tiempo**.



LA COMPUTADORAS CUÁNTICAS PUEDEN SER MUCHÍSIMO MÁS PODEROSAS QUE LAS COMPUTADORAS CONVENCIONALES.
FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

Como resultado, una computadora basada en cúbits puede hacer muchos más cálculos a **mayor velocidad** que una máquina convencional.

Las computadoras cuánticas podrían ser muy útiles en áreas como el desarrollo de nuevos medicamentos, entender mejor el cambio climático o potenciar la inteligencia artificial.

Las computadoras cuánticas aún no se desarrollan de manera masiva, y entre varias posibilidades, algunos investigadores experimentan con partículas de luz para **transportar la información** con la que trabajan estas máquinas.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL EXPERIMENTO?

En la computación y la comunicación cuántica, la luz puede servir como un conductor de grandes cantidades de datos, mucho más que las computadoras convencionales.

Para lograr que las computadoras cuánticas algún día sean una realidad de manera masiva, los científicos se enfrentan al reto de transportar los datos de manera **segura y eficiente**, sin que se pierda en el camino.

Según explica Windpassinger, las memorias cuánticas, que permiten empacar y desempacar la información almacenada en la luz, son "esenciales" para crear **redes de comunicaciones cuánticas**.



LOS CIENTÍFICOS CREEN QUE EN EL FUTURO PODRÍAN HABER "PISTAS" QUE TRANSPORTEN LUZ.
FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

El problema con la luz es que **no es fácil de capturar**. Windpassinger explica que al intentar transportarla de un lugar a otro de manera controlada, usualmente termina perdiéndose.

UNA "PISTA" DE MEMORIAS DE LUZ

Utilizar el método de las maletas de átomos sobre la cinta láser, permite transportar la luz, ubicarla y extraerla con un alto grado de **precisión**, sin que haya pérdida significativa de átomos ni sobrecalentamiento, explican los investigadores.

Por eso, Windpassinger y su equipo creen que en un futuro se podrían crear "pistas" por las que **viajen memorias de luz**, cuya información se pueda extraer en otra parte.

De esa manera, se mejoraría significativamente la velocidad y el **desempeño** de las computadoras y dispositivos que utilizamos hoy.

Por ahora, todo esto está en etapa experimental, pero es un paso más en el **prometedor** ámbito de la computación cuántica.

Un antiguo agujero negro tan pesado como 1.000 millones de soles está apuntando directamente hacia la Tierra, según un nuevo estudio.

Versión del artículo original de LAURA PRIEGO

FUENTE:

BUSINESS
INSIDER
ESPAÑA

TOMADO DE: MSN



UNA RECREACIÓN ARTÍSTICA DE UN AGUJERO NEGRO. CRÉDITO IMAGEN: GETTY IMAGES.

Un antiguo agujero negro tan pesado como 1.000 millones de soles está apuntando directamente hacia la Tierra, según un estudio:

- Un equipo de científicos descubrió un agujero supermasivo del tamaño de 1.000 millones de soles orientado hacia la Tierra.
- Se trata del blazar más antiguo y distante hasta la fecha y que cuenta con casi 13 millones de años.
- El hallazgo fue posible gracias a los grandes chorros de energía y radiación emitidos por parte de este fenómeno astronómico.

Los misterios del universo vuelven a sorprender. Los científicos descubrieron el blazar más antiguo y distante hasta la fecha. Se trata de un agujero negro supermasivo del tamaño de 1.000 millones de soles que cuenta con casi 13 millones de años.

Los blazars son una clase de núcleos galácticos activos (AGN), es decir, centros galácticos definidos por agujeros negros de gran tamaño que se alimentan de gas, polvo y estrellas. Debido a esto se liberan grandes chorros de energía y radiación a una velocidad similar a la que viaja la luz capaces de perforar agujeros a través de los cúmulos de galaxias, tal y como resume *Vice*.

Lo que diferencia a los blazars de los AGN comunes es la orientación de esos grandes chorros de energía hacia la Tierra. Es por ello que se encuentran entre los objetos más brillantes del cielo, según ha publicado *Unilad* en un artículo.

El descubrimiento de este blazar, llamado PSO J0309 + 27, ha sido posible gracias a un equipo dirigido por Silvia Belladitta, estudiante graduada de la Universidad de Insubria (Italia), y lo publicó en la revista especializada *Astronomy & Astrophysics*.

"El espectro que apareció ante nuestros ojos confirmó primero que PSO J0309 + 27 es en realidad un AGN, o una galaxia cuyo núcleo central es extremadamente brillante debido a la presencia en su centro de un agujero negro supermasivo alimentado por el gas y las estrellas que envuelve", dijo Belladitta en el documento publicado.

El equipo de Belladitta pudo detectar PSO J0309 + 27 mediante la combinación de los datos provenientes de diferentes observatorios. Además, con el uso del telescopio Swift de la NASA, también se demostró que se trata del "AGN más potente y radioeléctrico jamás descubierto", según el estudio.

"Observar un blazar es extremadamente importante", dijo Belladitta en un comunicado. "Por cada fuente descubierta de este tipo, sabemos que debe haber 100 similares, pero la mayoría están orientados de manera diferente y, por lo tanto, son demasiado débiles para ser vistos directamente".

El descubrimiento abre de nuevo las puertas hacia la investigación del origen de los agujeros negros supermasivos, que son realmente abundantes en el universo y cuentan con un papel importante en la evolución de este.

El modelo matemático que dice que es posible volver al pasado (y soluciona un problema que enfrentan estas teorías).

Versión del artículo original de CARLOS SERRANO - @carliserrano

FUENTE: **BBC NEWS | MUNDO**

16 noviembre 2020



¿QUÉ HARÍAS SI PUDIERAS VIAJAR AL PASADO? FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

Es cierto que algunas interpretaciones de la física teórica afirman que viajar en el tiempo es posible.

Imagina que tienes una máquina del tiempo con la que puedes viajar al pasado. En este momento, tendrías la posibilidad de viajar a finales de 2019 y evitar que se desatara la pandemia de coronavirus. Tu misión sería encontrarte con el paciente cero, justo antes de que se contagiara y comenzara a esparcir el virus. Suena bien, ¿no? El problema es que un pequeño detalle te impediría completar esa misión.

Einstein, por ejemplo, era consciente de que sus ecuaciones permitían, en principio, viajar en el tiempo.

Esa posibilidad teórica, sin embargo, se choca con lo que los científicos llaman una "paradoja", que haría lógicamente imposible que el viaje se pudiera realizar.

Esas paradojas son un aguafiestas para los entusiastas de los viajes en el tiempo, pero ahora, una nueva investigación afirma que es posible esquivarlas.

¿Qué son estas paradojas y por qué este nuevo estudio afirma que es posible evitarlas para poder viajar al pasado?



LA IDEA DE VIAJAR AL PASADO CREA PARADOJAS QUE DESAFÍAN LA LÓGICA. FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

UN NIETO QUE ASESINA A SU ABUELO

Para entender qué es una paradoja, volvamos a la historia de la pandemia.

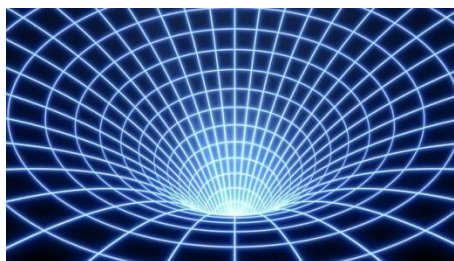
Si viajas al pasado y evitas que el paciente cero se contagie, inmediatamente se crea una paradoja.

Es decir, si logras detener el inicio de la pandemia, hoy no tendríamos pandemia, por lo tanto, **no tendrías motivo** para viajar al pasado, entonces no viajarías al pasado y no podrías impedir que se desatara la pandemia.

Esa es la paradoja, un **bucle infinito** que crea una inconsistencia lógica y que destruye la ilusión de los viajes en el tiempo.

Hay muchas paradojas, pero esta es una de las más famosas.

Se le llama la "**paradoja del abuelo**", porque su versión original plantea un escenario en el que un nieto viaja al pasado para matar a su abuelo antes de que tuviera a su padre.



DESDE LA FÍSICA TEÓRICA SE HAN PLANTEADO VARIOS EJERCICIOS PARA EXPLICAR LA POSIBILIDAD DE VIAJAR EN EL TIEMPO. FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

El problema es que si mata a su abuelo, el viajero nunca podría haber nacido.

Si no puede nacer, no puede viajar, así que el viaje en el tiempo tampoco sería posible.

ESQUIVAR LA PARADOJA

Para resolver esta paradoja se han propuesto varios ejercicios mentales, pero ahora, dos investigadores en Australia, proponen una **solución matemática** para evitarla.

Los investigadores querían analizar cómo se comporta la dinámica de un cuerpo, es decir, su movimiento en el **espacio-tiempo**, al entrar en una curva de viaje al pasado.

Para eso crearon un modelo matemático con el que calcularon que un "agente" que entra en un bucle de viaje al pasado, puede tomar distintos caminos sin que se altere el **resultado de sus acciones**.

Su ejercicio abstracto muestra que varios agentes pueden comunicarse en el pasado y el presente, sin que haya una relación **causa efecto**.



¿CREES QUE ALGÚN DÍA LOGREMOS VIAJAR EN EL TIEMPO? FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

Eso significa que "los eventos se ajustan a sí mismos, de manera que siempre habrá **una única solución consistente**", le dice a BBC Mundo Germain Tobar, estudiante de física en la Universidad Queensland y autor del estudio, que estuvo supervisado por el profesor Fabio Costa, filósofo y físico teórico.

¿Y QUÉ SIGNIFICA ESTO?

Volviendo al ejemplo de la pandemia, lo que dice el estudio es que si viajas al pasado podrías **hacer lo que quisieras**, pero sería imposible que cambiaras el resultado de los hechos.

Es decir, tendrías **libre albedrío**, pero no podrías evitar que se desatara la pandemia.

Podría ocurrir, por ejemplo, que mientras tratas de detener al paciente cero, sea otra persona la que se contagie, o incluso tú mismo.

Según el modelo de Tobar, los hechos más relevantes se **calibrarían constantemente** para evitar cualquier inconsistencia (paradoja) y así llegar siempre a un mismo resultado, en este caso, el inicio de la pandemia.



POR AHORA, LOS VIAJES SON SOLO UN EJERCICIO MENTAL QUE NOS AYUDAN A ENTENDER LAS LEYES DEL UNIVERSO. FUENTE DE LA IMAGEN: GETTY.

COMPRENDER EL UNIVERSO

El estudio de Tobar es aplicable solo de manera abstracta en el campo de las matemáticas.

"Es un trabajo interesante", le dice a BBC Mundo Chris Fewster, profesor de matemáticas en la Universidad de York, quien estudia modelos de viajes en el tiempo.

Fewster, sin embargo, advierte que ahora "falta ver si las **condiciones abstractas** que han impuesto (los autores) se cumplen dentro de las teorías de la física actualmente conocidas".

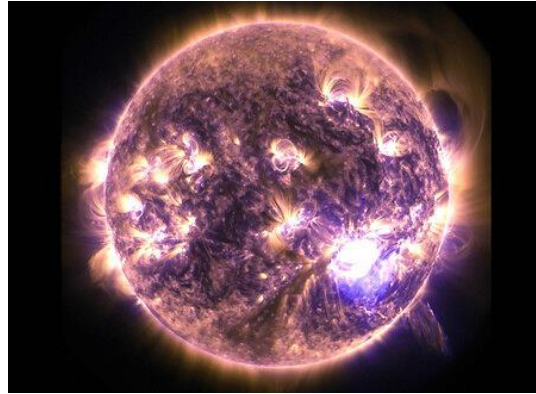
Tobar dice que ese es precisamente el reto que tienen ahora: poner a prueba su modelo en un escenario de la física.

Por ahora, aunque su trabajo está lejos de lograr que los viajes en el tiempo sean una realidad, Tobar dice que es un avance para entender mejor las **leyes que rigen el universo**.

La vida en la Tierra es posible gracias a este crucial y muy poco conocido mecanismo del Sol (y de las demás estrellas).

Versión del artículo original de JUAN CARLOS LÓPEZ - [@juanklore](#)

TOMADO DE: Xataka - 17 Octubre 2022



CRÉDITO IMAGEN: NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER.

La vida es un auténtico milagro. Por el momento no hemos dado con ella más allá de la atmósfera protectora de nuestro planeta, pero, a pesar de lo mucho que aún desconocemos en este ámbito, la ciencia nos ofrece algunas respuestas que pretenden ayudarnos a entender **qué la hace posible** en la Tierra tal y como la conocemos.

Uno de los misterios que aún se nos escapa en gran medida es el germen mismo de la vida. Qué la hizo posible en un universo del que inicialmente este fenómeno no formaba parte. Sin embargo, los científicos conocen con bastante precisión **varios de los mecanismos** que han permitido que la vida prolifere en nuestro planeta.

De hecho, muchos de nosotros estamos familiarizados con algunos de ellos. Sabemos que la presencia de agua en estado líquido es un requisito imprescindible para que la vida tal y como la conocemos tenga lugar. Afortunadamente, la Tierra orbita en torno al Sol en el interior de la zona en la que **el agua líquida es viable**.

Además, nuestro planeta tiene la masa adecuada para retener la atmósfera que no solo nos entrega el oxígeno que necesitan las células de nuestros tejidos para producir energía; también ejerce junto a la magnetosfera un importantísimo **efecto protector** frente a la radiación cósmica. No obstante, estos son solo dos de los ingredientes de la receta que ha hecho posible la vida en nuestro planeta.

ESTOS SON LOS CUATRO PROCESOS QUE DESVELAN ÍNTIMAMENTE CÓMO SE COMPORTA EL SOL

La estrella que nos baña con su energía también tiene un papel fundamental en el origen y la continuidad de la vida en nuestro planeta. Podemos no conocer con detalle cuál es su rol en el ciclo de vida terrestre, pero todos intuimos de una forma natural que resulta imprescindible como **sostén de la vida macroscópica** con la que estamos familiarizados, y de la que las plantas y los animales formamos parte.

Sin embargo, y esto es algo apasionante y muy poco conocido fuera del ámbito científico, el comportamiento de nuestro Sol está regido por **un conjunto de procesos** que determina no solo cómo ha sido su evolución hasta que ha alcanzado su estatus actual, sino también cómo se desarrollará en el futuro. Estos procesos pueden describirse matemáticamente con la ayuda de cuatro ecuaciones diferenciales en las que no es necesario que indagemos, pero merece la pena que al menos conozcamos a grandes rasgos su propósito.

La primera de ellas es la de la masa, que asume que en el centro de la estrella la masa es cero y en su atmósfera tenemos la masa total. La segunda es la ecuación de **producción de energía**, que determina cómo la estrella obtiene energía a partir de las reacciones de fusión nuclear que se producen en su interior, y también gracias a la contracción gravitacional.

La tercera es la ecuación de transporte de energía, que refleja la forma en que la energía es transportada desde el núcleo de la estrella hacia fuera. Y la cuarta describe, precisamente, el proceso en el que nos proponemos indagar en este artículo: **el equilibrio hidrostático**. Este mecanismo explica cómo la gravedad de la estrella contrarresta la presión de los gases y la presión de radiación para mantenerla en equilibrio.

EL EQUILIBRIO HIDROSTÁTICO DEL SOL IMPIDE QUE SE EXPANDA Y "DEVORE" LA TIERRA

Las reacciones de fusión entre los átomos de hidrógeno que tienen lugar de forma natural en el interior del Sol son el auténtico motor de la estrella. De hecho, la energía que recibimos en la Tierra procede, precisamente, de este proceso, que es el auténtico responsable del latido estelar. Lo curioso es que si intentamos describir el comportamiento de una estrella ciñéndonos únicamente a los procesos de combustión que tienen lugar en su interior la única conclusión a la que podemos llegar es que **debería expandirse** a medida que agota su combustible.

Afortunadamente, nuestro Sol no se está expandiendo. Se mantiene en equilibrio, al igual que todas las estrellas que se encuentran sumidas en una fase de su vida conocida como secuencia principal. Eso sí, se reajusta constantemente, y, precisamente, la tensión que dirige estos ajustes es el resultado de la interacción de dos fuerzas que se oponen: la presión de radiación y de los gases resultado de la fusión de los núcleos de protio (es el isótopo más abundante del hidrógeno), que tira de la materia de la estrella hacia fuera, y la gravedad, que intenta comprimir incesantemente la estrella.

Si no existiese esta segunda fuerza, la gravedad, el Sol se expandiría porque la presión de radiación y de los gases **no se vería contrarrestada**. Pero, afortunadamente, existe. Y tiene un rol crucial. De hecho, la gravedad es el auténtico motor del universo debido a que está involucrada en la mayor parte de los procesos que describen cómo ha sido su pasado. Y también cómo será su futuro.

No obstante, en un giro no del todo inesperado de los acontecimientos, el Sol acabará expandiéndose, aunque, eso sí, lo hará dentro de muchísimo tiempo. Cuando agote la mayor parte de su combustible. Utilizando las cuatro ecuaciones de las que hemos hablado más arriba los astrofísicos han calculado que actualmente ha consumido aproximadamente **el 40% de su combustible**, por lo que permanecerá dentro de la secuencia principal muchos millones de años más (tiene aproximadamente 4600 millones de años).

Dentro de 5000 millones de años según unas estimaciones, o de 6400 millones según otros estudios, su núcleo dejará de contener el hidrógeno necesario para que perduren los procesos termonucleares. En ese instante se apagará, y se transformará en un núcleo inerte en el que predominará el helio. La fusión nuclear seguirá teniendo lugar en torno al núcleo, el volumen de la estrella **se incrementará significativamente** y su luminosidad será el doble de la que tiene actualmente.

A medida que los procesos termonucleares se detengan en el núcleo solar el volumen de la estrella se incrementará hasta que se transforme en una gigante roja. En esta fase la estrella perderá mucha masa, y, aunque los astrofísicos no están del todo seguros acerca de cómo será su vida a partir de aquí, creen que su tamaño se incrementará lo suficiente para **acabar devorando el planeta Mercurio**. No está claro si también hará lo mismo con Venus y la Tierra, pero, pase lo que pase, podemos estar tranquilos. Tenemos muchos millones de años para decidir qué debemos hacer.

En rigor... ¿qué es la razón dialéctica (en la ciencia y en la vida espontánea)?

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



La *racionalidad dialéctica* es un modelo general de razonamiento... Es un modo de ordenar estructuralmente el pensamiento (y en tanto ello, el lenguaje y en cierto modo, las emociones) en cuyo cuerpo se preponderan en plan de explicación múltiple, los rasgos de contradicción y cambio que en común poseen tanto este ente ordenativo mismo, como la realidad objetiva (naturaleza y relaciones sociales), la cual es el factor complejamente decidor. Cuando hablamos de “los objetos del trabajo dialéctico” nos estamos refiriendo, reiteramos, a la realidad objetiva (naturaleza y relaciones sociales) y la hominidad (vale decir, el pensamiento mismo, el lenguaje, la emocionalidad y el proceso de conformación de la individualidad persónica). Ésos son los objetos; vale decir los asuntos sometidos al estudio; son los temas, pues. Hay que decir que estos objetos del trabajo dialéctico son los mismos que asume la teoría en general; a saber, la ciencia (que premia la comprobación), la filosofía (que premia la cavilación, la especulación) y la ideología (que premia el inmediatez, el oportunismo, el poder circunstancial de la praxis cotidiana).

Pudieran surgir las comprensibles preguntas siguientes... ¿Cómo es que “las relaciones sociales”, como parte de “la realidad objetiva”, no está ubicada más bien en el otro gran objeto de la labor teórica denominado “hominidad”? ¿Por qué “las relaciones sociales”, constituida por seres humanos, están ubicadas dentro de un objeto distinto a “hominidad”?

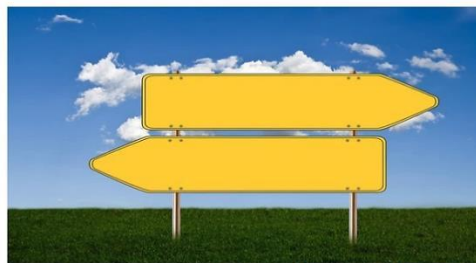
Útil resulta señalar que cuando hablamos de “relaciones sociales” como parte del objeto denominado “realidad objetiva”, estamos dirigiendo la atención a aquellos nexos fácticos (no imaginarios) que los seres humanos establecen en el plano productivo, material, económico, de cara a desarrollar sus vidas. No estamos dirigiendo la atención, pues, a los seres humanos en sí (plano subjetivo o plano intersubjetivo), sino a los términos sistémicos, formales, estructurales de las relaciones que éstos establecen para el devenir de sus vidas (plano objetivo, ahumano). Temáticas de interés económico-político como por ejemplo “modo de producción feudalista”, “calificación del trabajador”, “salario”, “fuerza de trabajo”, “modo de producción capitalista”, “transacciones comerciales”, “relaciones técnicas de producción”, en fin, poseen un carácter objetivo y ahumano. Si bien en todo ello, hay algún Luis, Josefina, María o Rafael, el denominador común ¡y decidor! es que más allá o más acá de estos seres humanos, lo que el asunto lleva consigo es exterior a lo hominal propiamente dicho; es objetivo, es externo.

También resulta útil señalar que cuando hablamos de “hominidad”, como el segundo y último gran objeto del trabajo teórico, nos estamos refiriendo a los medios del pensamiento, del lenguaje y de las emociones; también al medio de la individualidad persónica.

El modelo dialéctico de razonar, entonces, es un sistema metodológico de estudiar los referidos objetos a punta de honrar el carácter contradictorio y –en tanto ello- dinámico que poseen esencialmente tales factores reales (fenómenos naturales y relaciones sociales) y humanos (pensamiento, lenguaje y emociones; además, singularidad persónica).

Si bien la propia realidad objetiva y la propia hominidad llevan consigo contradicciones y cambios, la historia viene contando desde hace muchos siglos con un modelo de ordenamiento racional el cual premia en su concepción y en su práctica precisamente la contradicción y el cambio. Por lo dicho, queda claro que...

- Cuando nos refiramos al asunto convocado aquí (la dialéctica), a manera de modelo de razón, podemos emplear –indistintamente- significantes como: Razón dialéctica, racionalidad dialéctica, modelo racional dialéctico, lógica dialéctica, pensamiento dialéctico, mentalidad dialéctica, ordenamiento racional dialéctico...
- Cuando nos refiramos a la dialéctica en general, podemos emplear –según sea el caso- significantes tan sencillos como dialéctica real, dialéctica pensamental, dialéctica del lenguaje, dialéctica emocional, dialéctica de la naturaleza, dialéctica socio-relacional, dialéctica humana, dialéctica del objeto, etc., etc.



¿QUÉ SON LAS ONTOGUIATURAS DIALÉCTICAS?

Las ontoguiaturas son unas pistas que se usan en la mentalidad dialéctica, en plan de abrirse paso en las complejidades bien del objeto real, bien del objeto humano, justipreciando la contradicción, el cambio y otros elementos unidos a éstos. Las ontoguiaturas dialécticas son una suerte de pesquisas (como diría un detective), de vetas (como diría un geógrafo), de brújulas (como diría un navegante)... La ontoguiatura de contradicción-cambio es, como lo hemos señalado atrás, una pieza harito importante en la racionalidad dialéctica. Además de ésta, asume otras escardillas cognitivas, lingüísticas y hasta emocionales para su tarea de indagar y explicar tanto lo real (natural y socio-relacional) como lo humano mismo (el pensamiento mismo, el lenguaje, la emocionalidad y el proceso –objetivo- de conformación de la individualidad persónica). He aquí, entonces, la enunciación de esas escardillas indagatorias y explicativas...

- La ontoguiatura de la contradicción-cambio. Como lo hemos significado, es la primera (y fundamental).
- La ontoguiatura del nuevo incluido. Es la segunda.
- La ontoguiatura de la dificultad esencia-apariencia. Es la tercera.
- La ontoguiatura de la totalidad-concreción-síntesis. Es la cuarta.
- La ontoguiatura de las relaciones relativas. Es la quinta.
- La ontoguiatura de la proyección verosímil. Es la sexta y última.

A continuación transcribimos el texto correspondiente a la versión (muy sintética y muy didáctica, al mismo tiempo) que ofrece la red Everipedia sobre estas ontoguiaturas dialécticas... A saber:

La palabra “ontoguiatura” viene, por un lado, de los términos griegos antiguos *ὄν*, *ὄντος* (ser), y por otro, del término español antiguo guiar (guiar). La palabra “dialéctica” viene del griego *διαλεκτική, τέχνη* (discusión).

Ontoguiatura dialéctica es una categoría gnoseológica (vale decir, de filosofía del conocimiento) la cual da cuenta de las líneas fundamentales que asume en su hacer, aquel modelo de razonamiento que premia los principios de contradicción y cambio. Las ontoguiaturas dialécticas, así, son los pilares conceptuales y metodológicos generales que caracterizan aquella lógica que prepondera la contradicción y el cambio, en su trabajo de comprender tanto la realidad objetiva como la humanidad. Así como la lógica analítica (tan compenetrada a la obra de Aristóteles y otros autores) se basa en las leyes de no-contradicción, de identidad y también del tercer excluido, la lógica dialéctica (tan compenetrada a la obra de Platón, Hegel, Marx, Kosík y otros autores) se fundamenta en seis ontoguiaturas; a saber, la contradicción-cambio, el nuevo incluido, la dificultad esencia-apariencia, la totalidad-concreción-síntesis, las relaciones relativas y la proyección verosímil.

*La estabilización en el medio académico de la categoría gnoseológica ontoguiatura dialéctica, está asociada al trabajo académico del filósofo y pedagogo venezolano Alexander Moreno (nació en 1947), expuesto en numerosos libros y artículos; entre éstos últimos, “Lógicas y Métodos Comparados en Educación” (incluido en el texto antológico **Educación Comparada, Identidades y Globalización**, editado en Caracas -Venezuela- por la UNESCO, a principios del presente siglo).*

- **Ontoguiatura de la contradicción-cambio:** Contrariamente a lo que plantea la lógica analítica (todos los objetos –realidad y ser humano- son respectivamente idénticos a sí mismos y jamás pueden ser y no ser al mismo tiempo y condiciones), el modelo dialéctico de razonar sostiene que todo objeto lleva consigo contradicciones permanentes; de ahí que cambien constantemente.
- **Ontoguiatura del nuevo incluido:** En contravía a lo que plantea la lógica analítica (todo razonamiento que transgreda los principios de identidad y no-contradicción, resultan inevitablemente falsos e inválidos), la lógica dialéctica sostiene que es significativa la probabilidad de que se arriben a conclusiones veraces y válidas, obviando en algún grado las viejas leyes de identidad y no-contradicción. Transgrediendo estos principios lógico-analíticos (y abrazando esta ontoguiatura), pueden aflorar razonamientos y conclusiones de nuevo tipo; vale decir, cualitativamente superiores... Unida a esta ontoguiatura están nociones como: Contingencia, lo sorpresivo, lo no prefigurado, serendipia, en fin.
- **Ontoguiatura de la dificultad esencia-apariencia:** En todo objeto (real o humano) hay contradicciones entre la manera de presentarse al observador y la esencia propia de ése. Entre la esencia y la apariencia suele haber desacoplamiento. Para desmontar tal incoherencia, necesario es hurgar, desmalezar, teniendo claro tal rasgo de ocultamiento esencial que el objeto posee.
- **Ontoguiatura de la totalidad-concreción-síntesis:** Todo objeto se manifiesta de manera específica, concreta, singular (lo cual es susceptible a la percepción); no obstante está determinado por factores totales que resultan invisibles. La síntesis entre tal concreción y tal totalidad, equivale a la verdad provisional; y se puede obtener a través del trabajo unido al facto, por un lado, y al trabajo unido a la teoría calificada sobre lo total, por otro.
- **Ontoguiatura de las relaciones relativas:** La labor de estudiar el objeto está de alguna manera influida por el flanco desde el cual se estudia tal objeto.
- **Ontoguiatura de la proyección verosímil:** En la medida en la cual se profundice en el trabajo indagatorio del objeto, se hace posible hacer extrapolaciones sobre su movimiento; ello, a punta de hacer juegos virtuales, de palpar rupturas de algoritmos, etc.; ello con sentido de lógica, de templanza, de proporcionalidad...

ALGUNOS APOYOS:

- ✓ <http://alexandermoreno-filosofia.blogspot.com/>
- ✓ <https://steemit.com/@alexandermoreno>
- ✓ https://everipedia.org/wiki/lang_en/las-ontoguiaturas-dialecticas
- ✓ Filosofía en caliente (libro): <https://drive.google.com/open?id=1v209j9rzpk7CywkjergKmuZ-zNJFBaTm>

Algunos elementos trascendentales en el modo de pensar la filosofía en el siglo XXI.

NUESTRO MIEDO A LA SOLEDAD.

Por ZYGMUND BAUMAN

Entrevista realizada por Feona Attwood de la Universidad de Middlesex, Reino Unido a Zigmunt Bauman.

TOMADO DE: BLOGHEMIA / 9 DE NOVIEMBRE DE 2020



“El amor no es una receta para una vida tranquila”.

En el verano de 2014, entrevisté a Zygmunt Bauman en su casa de Leeds, como parte de una serie de entrevistas para Sexualidades con teóricos innovadores de la sexualidad. Me había dicho que tenía mucha dificultad para oír y que se cansaba fácilmente, así que le envié mis preguntas con anticipación y cuando llegué estaba claro que había hecho una gran preparación para poder responderlas. Fue extremadamente amable, me sirvió fresas con crema y me sirvió té. Paramos cuando se cansó y me dijo que había hablado 'más esta hora que yo en toda la semana'. Deja tras de sí un cuerpo de trabajo asombroso e inspirador y un modelo de erudito apasionado y articulado, totalmente comprometido con el mundo social y con importantes preguntas sobre la vida humana.

Attwood: En *Liquid Love* (2003) sugieres que los lazos humanos son cada vez más frágiles e impermanentes. ¿Aún te aferras a eso?

Bauman: Hoy, al entablar relaciones vinculantes, la gente está muy preocupada por el escenario de salida. Cuando dos personas se encuentran para vivir juntas es todo eso 'Veremos cómo va. Veremos cómo se desarrolla'. Eso lo hace frágil. Porque si se juran el uno al otro, hacen los juramentos de lealtad, incluso si se encuentran con dificultades, bueno, dos personajes, dos prerrogativas se encuentran. Tienen que reunirse y negociar. Sus pasados, sus amigos, sus hábitos, sus preferencias, etc. Siempre es algo muy dramático. Hay dificultades. En el pasado, los divorcios aún no eran tan populares como ahora. Ahora, es solo una cuestión de rutina, no hay problema. Si quieres divorciarte, está bien, divorciémonos. Eso es. Y la mayoría de los divorcios tienen lugar durante el primer año después del matrimonio.

Attwood: ¿Por qué?

Bauman: Porque acaba de perder el romance. La gente aún no tenía tiempo para negociar, ya sabes, la unión. Cómo convivir las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Si sabe que la salida es tan fácil, incluso el más mínimo desacuerdo será fácil de superar, de echar a un lado u olvidar. Todos los desacuerdos insignificantes, las dificultades insignificantes surgen al nivel de un desacuerdo de principios. Entonces eso es inútil.

Érase una vez, pero no hace mucho tiempo, no te acuerdas porque eres joven, pero recuerdo un momento en el que te compraste un dispositivo con la intención de conservarlo durante muchos años. Si se rompía, siempre se podía reparar. Simplemente trabajó en él y lo reparó. Ahora, cuando se rompe, vas a la tienda y compras uno nuevo. Si el producto que compré no está a la altura de mis expectativas, o si escucho en la televisión, en Facebook o en Internet o lo que sea, que cada uno de ustedes compra mejores dispositivos, entonces no hay razón por la que no deba cambiarlo. Cuanto más fácil es la facilidad con la que las relaciones se pueden unir y romper, eso constituye la fragilidad. Pero estamos perdiendo las habilidades necesarias para que nuestras relaciones sean realmente estables. El amor no es un objeto encontrado. El amor es algo que hay que hacer y rehacer. La receta es para trabajar muy duro hasta que realmente la muerte nos separe. Siempre. Es un trabajo para toda la vida, no algo que puedas encontrar o destruir milagrosamente, o simplemente abrir un sitio web y buscar una cita, y eso es todo.

La gente ve discrepancias esenciales, una contradicción entre nuestro anhelo de tranquilidad, comodidad y conveniencia en la vida y, al mismo tiempo, nuestro anhelo de intimidad, amor real, amor profundo, relación. Hay un choque entre los dos. Pero la idea de progreso hoy, es la idea de deshacerse de los problemas, hacer la vida más fácil, dar y tener resultados instantáneos.

Al igual que el café instantáneo, simplemente rocía un poco de polvo y vierte un poco de agua, y bebe, eso es todo. Entonces, sí, mi respuesta es que los lazos humanos son cada vez más frágiles e impermanentes. Y fíjate, la investigación muestra que este es el caso. No lo estoy inventando. No estoy fantaseando con eso. Los hechos concretos: en Estados Unidos, que está, como siempre, en la vanguardia del progreso, el 80% de los matrimonios terminan en divorcio, ese es el primer matrimonio y en el segundo y tercer matrimonio la tasa de divorcios es aún mayor. El primer divorcio es difícil. Ligeramente. El segundo es más sencillo. El tercero llega sin ningún problema. Parece que el 40% de los niños estadounidenses nacen en un hogar sin padre. 40%. Aproximadamente el 60% de los niños estadounidenses en algún momento de sus vidas experimentan vivir sin uno de sus padres.

Existe el deseo de una intimidad profunda. Cada momento de unión para vivirlo como un momento de eternidad, que puede durar para siempre. Pero, a la mañana siguiente, la gente se despierta, oh, eso es un horror. ¿Durará para siempre? ¿Sin la capacidad de tirarlo si tal cosa no funciona correctamente? Eso es lo que hace que la gente sea tan desigual en un momento de felicidad. Es precisamente una contradicción. Por un lado, seguridad. Siempre quiero tener la opción de excluirme. Si no funciona, no estoy comprometido para siempre. Puedo empezar de nuevo. Siempre existe la posibilidad de una segunda vida, una segunda identidad. Entonces, ese es un lado. Por otro lado, es una experiencia real, muy profunda, muy satisfactoria, muy gratificante de dos identidades que se unen, se complementan, se dan felicidad. Ahora, ¿cómo reconciliar eso? No hay nada que le permita disfrutar de ambas cosas al mismo tiempo. Como dicen los ingleses, tener un pastel...

Attwood: Y comerlo...

Bauman: No puedes. Así que siempre, todo el tiempo, en el momento de plena satisfacción sienten una sutil ansiedad de que el otro está en peligro. No puedes tenerlo al mismo tiempo. No estoy condenando; Simplemente me estoy recordando que lo que sea que selecciones, siempre das algo y pierdes algo. No hay otra manera. Desafortunadamente, no puedes tenerlo todo. Entonces la gente está vacilando, la gente está dudando. La gente está en el balancín entre dos necesidades abrumadoras igualmente poderosas en nosotros.

Attwood: ¿Ve cambios positivos en las relaciones y conexiones humanas en los últimos años?

Bauman: Bueno, no sé si es positivo o no. Hay medicamentos sustitutos. Los sustitutos, sin resolver las dificultades, en su mayoría los barren debajo de la alfombra. Quitándolos de la vista. Creando la sensación de que todo está bien. Olvidar que algo no está muy bien socialmente, pero simplemente te liberás de la presión de pensar en ello. Ejemplos. Bueno, mencionamos Facebook. Mencionamos Twitter. Hay un gran invento. ¿Te acuerdas del Walkman?

Attwood: Sí, sí.

Bauman: ¿Recuerda cómo se introdujo el Walkman en el mercado? ¿Cuál fue el lema? El lema era "nunca más solo". Nunca más solo. Por primera vez, podíamos ir al bosque solos, caminar por un prado en algún lugar lejos de la gente, sin nadie a tu lado. Y cuando alguien te gritaba, simplemente lo escuchabas. Nunca en la historia de la humanidad había habido algo así. Cuando estaban solos, estaban solos. Punto final. Ahora, cuando estás solo todavía escuchas a seres humanos en algún lugar hablando contigo, dirigiéndose a ti; incluso cantando para ti. Bueno, era un dispositivo premium porque se podía oír pero no hablar.

Attwood: Usted ha argumentado que nos estamos moviendo hacia una situación en la que valoramos las conexiones en lugar de las relaciones y las "relaciones virtuales". Ha hablado de la forma en que la tecnología permitió que las conexiones se volvieran "más frecuentes y superficiales, más intensas y breves". Esto fue antes de la creación de Facebook en 2004 y Twitter en 2006. ¿Cómo crees que los avances en tecnología han impactado en nuestras relaciones desde que escribiste Liquid Love?

Bauman: Bueno, Facebook creó algo diferente. Puedes hablar. Puede aborzar. Puedes conversar con un ser humano, incluso si este otro ser humano está a cientos de miles de kilómetros de distancia. Puede estar seguro de que las 24 horas del día, los 7 días de la semana, siempre hay alguien en algún lugar que está listo para recibir e incluso responder a su mensaje. Cuando envías a Twitter, simultáneamente a miles de personas, no solo a una persona, un amigo, insustituible, sino por el contrario, reemplazable en última instancia por cientos de ellos, simplemente lo contactas, lo reportas o lo agregas en Facebook. Hay personas que se enorgullecen de decir que hacen 500 amigos en un día. No hice 500 amigos en mi vida y he vivido casi 90 años. Entonces hay una diferencia, sabes.

No significa necesariamente que ya no estén solos. Realmente, en la vida real, están amenazados por la posición social que ganaron con el trabajo duro, que puede desaparecer simplemente porque la empresa a la que dedicaron su vida desaparece. Puede ser devorado por una empresa más grande. Puede perderlo todo. Entonces, el miedo a ser abandonado, excluido o desalojado es bastante real. No es imaginario. Es una realidad que tienes que vivir solo. Ahora el más joven entra en la vida adulta; un tipo de vida diferente. No tienen futuro, ni carrera ni suerte, ni perspectivas. El miedo a perder, al abandono es bastante real. No es imaginario. Pero cuando se sienta frente a su computadora, puede olvidarlo. Por la comunidad. No es un vínculo social, pero es una conexión.

Pero la desconexión con la gente también es una dificultad. Según las últimas investigaciones, la persona promedio pasa siete horas y media, la mitad del día de vigilia, frente a una pantalla, no frente a otros seres humanos, sino frente a una pantalla. Todo tipo de pantallas; computadora portátil, computadora de escritorio, iPhone, iPod. Nunca nos separamos de las pantallas. Llevas pantallas contigo, vayas donde vayas. Si lo olvidas, sientes que olvidaste tus pantalones o tu falda. Entonces, la ilusión es que, después de todo, no estamos solos. Pero en el mundo en línea que habitamos, simplemente dejamos descansar nuestras preocupaciones.

Attwood: Dijiste que las personas tienen la ilusión o la impresión de estar conectadas. ¿Crees que la tecnología se convierte en una forma de relacionarse realmente o son solo ilusiones? ¿Es una ilusión de comunicación y conexión?

Bauman: En línea y fuera de línea tienen diferentes reglas para funcionar. Y, por ejemplo, la gente sufre. Hoy hay un gran problema: la gran migración de grandes masas de personas. De repente, todo el entorno en el que vives cambia, cambia su carácter; personas con diferentes idiomas, diferentes hábitos, diferentes formas de vida. Entonces, debido a que perdería sus expectativas familiares aprendidas, que hicieron que su vida pareciera al menos segura y segura, desea que sus vecinos le sean más o menos familiares. Aprende de su comportamiento qué esperar de ellos; para qué sirven, para qué son malos. De repente, hay masas de extraños que son muy difíciles de leer, por así decirlo. También viven ahora en un mundo multicéntrico, donde una unión o jerarquía estable y estable, o valores o preferencias ya no existen. Estás expuesto a puntos de vista contradictorios. Un lado alaba, el otro condena. Para cada tesis, hay una antítesis. El ambiente es de gran pérdida. Incertidumbre, dependiente de la incertidumbre. No sabes cómo comportarte. Y siempre que sales de casa, das un paseo por la calle, o cuando vienes a tu lugar de trabajo, la Universidad o la escuela donde estás estudiando, estás en este mundo offline expuesto precisamente a eso, a esta tremenda variedad. La variedad de mensajes, que eventualmente recae en ti personalmente, para reconciliar eso, para encontrar tu camino entre señales contradictorias. Y para tomar decisiones y desarrollar responsabilidades a partir de sus decisiones.

Luego vienes a tu mundo en línea. Estás en reposo. Finalmente encuentras un refugio de todo este caos, ya sabes, caos. En Internet, en el mundo en línea, a diferencia del mundo fuera de línea, puede evitar todo lo que crea su ansiedad en el mundo fuera de línea. Puede simplemente omitirlo. Además de las opiniones e ideas que le gustan, que le reconfortan, etc., hay opiniones e intenciones con las que no está de acuerdo; que realmente te hacen sentir incómodo de que existan. En línea, puede eliminarlos. Si vuelves a un sitio web, que transmite ideas que te generan malestar, simplemente presionas 'borrar', y te encuentras con otro sector de la realidad online donde solo hay personas que piensan como tú, que te aplauden, que refuerzan tus ideas. Solo ellos pueden hablar. Estás en una zona de confort. Puedes creer en ello, pero es imposible. Como les he dicho, cuando vuelven a la oficina, ven gente de todos los colores, de todas las ideas sentadas alrededor, tienen que dialogar con ellos. Negocian. Se pelean... tratando de llegar a algún tipo de acuerdo. Todo eso se quita. Los deja a un lado cuando está en el mundo en línea. Las investigaciones muestran que las personas que están en línea tienen esperanzas de que la World Wide Web amplíe nuestros horizontes.

Tenemos acceso a todo lo que sucede en todas partes, a todos los países, a todos los temas, a todas las ideologías. Todo está a nuestro alcance. No tengo que esforzarme para alcanzarlo. Todo está ahí. Por tanto, el motivo de la sospecha mutua, el miedo a la diversidad, desaparecería. El resultado es en realidad el contrario. Porque la mayoría de los usuarios de Internet crean lo que pueden llamarse cámaras de eco en las que todos los sonidos que escuchas son ecos.

Es un lugar muy cómodo. Pero si pasas tanto tiempo en este mundo en línea y vuelves al mundo fuera de línea, estás doblemente ansioso. Vivir con diferencias requiere estrategia y, a menudo, es bastante aterrador. Puede escapar de la necesidad de vivir con las diferencias cara a cara. Pero cuando regresa a otros seres humanos, enfrentándolos, entonces está en problemas porque ha olvidado las habilidades para lidiar con ellos. Entonces, en lugar de unir a las personas, al contrario, te impide escuchar otras voces. Es simplemente alejar la voz de estar solo y, por lo tanto, dejas de luchar contra la sensación de soledad, porque tienes esta ilusión que proviene de Internet de que no estás solo.

Mark Zuckerberg, el propietario de Facebook como usted sabe, ha ganado 50 mil millones en la bolsa de valores, ¿con qué? Sobre nuestro miedo a la soledad. El éxito de Facebook es muy simple. No hay ningún secreto en eso. Mark Zuckerberg puso el dedo en la mina de oro. Y la mina de oro era el miedo de la gente a ser abandonada. Facebook es la forma en la que a pesar de estar solos, estamos conectados.

Ese es un proceso allí. El otro proceso es la comercialización. La fragilidad de los vínculos humanos que hemos comentado ya nos hace sentir culpables. Independientemente de cómo lo tratemos o lo representemos, nos sentimos culpables. Los padres se divorcian, sus hijos no pertenecen ni aquí ni allá. Amamos a nuestros hijos, ¿verdad? Queremos lo mejor. Si no nos comportamos como deberíamos, como nuestro amor debería decirnos, tendremos la conciencia culpable. Puedes comprar tranquilizantes. Vas a una tienda, compras un regalo para tu hijo. Es como un tranquilizante, creo.

Ven en Navidad, tienes un regalo para tus seres queridos y tienes un año de conciencia tranquila. Por supuesto, no es un reemplazo para estar juntos, para sacrificar su propio tiempo, sus propias preferencias, por informes sobre los altibajos de las experiencias o del trabajo, o quién acosaba a su hijo en la escuela. Y qué difícil es la tarea que ambos hacen juntos. Eso es lo que debes hacer. Usted debe ofrecer su propio bienestar para satisfacer las necesidades de su amada. Pero no puedes hacerlo. La vida no es así. Es diferente y desorganizado. Entonces, ¿Qué haces? Quieres reemplazarlos con muestras de tu amor. Cuanto más caras son, más dinero gastas, mayor es su valor moral. Este es otro tipo de sustitutos interminables, interminables. Está mediando entre usted y su conciencia. Este es el servicio que se ofrece en el mercado. Nuevamente, el efecto es ambiguo porque nos dan la tranquilidad que tanto necesitamos. Encubra la situación real. Por otro lado, exacerban nuestra incapacidad para hacer lo real.

Attwood: Uno de los cambios más dramáticos en la sociedad occidental en los últimos años se refiere a la igualdad de gays y lesbianas. Por ejemplo, recientemente ha sido posible que las parejas del mismo sexo se casen en el Reino Unido por primera vez. ¿Cómo ve e interpreta estos cambios?

Bauman: Cuando era niño, entendí que te casabas una vez y para siempre. No hay salida. Puede que esté fuera, pero sería condenado hasta que muriera. No hay duda de eso. Esa era la idea. Ahora el matrimonio, la boda, la pareja casada, el hogar es muy parecido a un motel. Puedes ir y venir, y en esta versión, ¿por qué no personas del mismo sexo? Incluso pueden tener hijos. Puedes adoptar o cosas así. Entonces todo es posible. Entonces, ¿por qué no permitir que la gente juegue en familia? Ese es un derecho humano universal. Y creo que poco a poco se está aceptando. Ya no es un tema candente. Cada vez más países aceptan esta posibilidad. Tarde o temprano, creo, en nuestra área cultural de todos modos, es bastante, bastante, probable que finalmente sea universal. Por supuesto, hay países islámicos donde es muy, muy poco probable. La posición de la mujer es lo más importante. No puedes saltar etapas. Quizás -quién sabe, no soy profeta- quizás llegue hasta ahí, la idea del matrimonio entre personas del mismo sexo, pero hay muchas etapas que son universales que se deben pasar y sobre todo, la igualdad de las mujeres.

Attwood: En 'Sobre los usos posmodernos del sexo' (1998) usted habló sobre la forma en que el erotismo se había separado de la reproducción sexual y el amor y se había asociado con la búsqueda de placer y sensación, pero que esto conducía a una gran ansiedad en lugar de satisfacción. Ha hablado en particular sobre el "espectro del sexo" que acecha las relaciones de adultos con niños. ¿Cómo crees que se ha desarrollado este aspecto de nuestra cultura en el Reino Unido en los últimos años?

Bauman: Oh, tengo una pequeña teoría sobre eso. ¿Te acuerdas de Michel Foucault? Michel Foucault escribió sobre esto. Hubo pánico por la masturbación. Postuló que los niños son sujetos sexuales, no objetos sexuales, sino sujetos sexuales. Por supuesto, la idea no fue apoyada por las autoridades médicas: la masturbación era tremendamente dañina, creaba todo tipo de impactos psicológicos y psiquiátricos, provocaba todo tipo de enfermedades, y el mensaje era, si los niños se inclinan a participar en este tipo de situaciones horribles Prácticas muy dañinas, que los padres, la madre, el padre deben vigilarlos constantemente. La idea del Panóptico. Acecho. La puerta que conduce al dormitorio del niño debe estar siempre abierta. Los niños no deben encerrarse en el baño. Ahora bien, Michel Foucault tenía una pregunta, ¿cuál era su función? Bien, su función era aumentar el poder de los padres. Ese fue el período de la familia patológica.

Es un período demasiado corto para mostrarlo. Pero existe la sospecha, existe la posibilidad de que se vuelvan insensibles. Pero las expresiones corporales de amor están prohibidas. Y los niños se crían en esta condición. Aún no conocemos los resultados. Es un período demasiado corto para mostrarlo. Pero existe la sospecha, existe la posibilidad de que se vuelvan insensibles.

Simplemente porque esta cercanía, esta proximidad, ha desaparecido de su vida, la atmósfera que rodea a los jóvenes es una atmósfera, no de proximidad, sino de distancia. Te recomiendo mucho una novela distópica de Michel Houellebecq llamada *La posibilidad de una isla*. Es una fantasía. Presenta la sociedad del futuro si se desarrolla de acuerdo con nuestras tendencias actuales y no se hace nada para cambiarla. La visión es de unidades solitarias y separadas, por así decirlo. Cada uno vive más allá de la cerca, más allá de los vecinos, comunicándose, oh, comunicándose constantemente entre sí, pero solo con dispositivos electrónicos. Creo que es muy, muy sabio, muy perspicaz. Es un terreno muy traicionero. Los resultados no son completamente predecibles. Solo puedes adivinar lo que pasará. Pero debemos pensarlo dos veces antes de decidir cuáles son las ganancias y cuáles las pérdidas.

Pero bueno, creo que tuve una vida llena de amor. Experimenté el amor real. Estuve con mi esposa durante 62 años. Subidas y bajadas. Trabajamos a través de pruebas muy difíciles pero sobrevivimos. Repito lo que ya mencioné. El amor no es una receta para una vida tranquila. No es algo que puedas encontrar, o poner en la esquina, poner en el armario o en la mesa. Es algo en lo que tienes que trabajar una y otra vez. Pero los productos valen la pena.

Hölderlin y el helenismo perdido.

En su obra, Hölderlin volcó sus ansias de libertad, pero también su creencia de que el helenismo era la vía para lograrla. Tras deambular por Europa, su salud le llevó a refugiarse en casa de un ebanista, desde donde siguió escribiendo.

Versión del artículo original de PABLO CREZAL - [@pablo_crezal](#)

TOMADO DE:

ethic

3 de abril de 2023



Corren tiempos de tibieza y poco riesgo en que muchos buscan la libertad en una uniformidad peligrosamente orquestada por eso que hemos dado en llamar progreso. Tiempos similares, al menos en su esencia, a los que sufrió **Friedrich Hölderlin**. Para el poeta alemán, nacido en 1770, la humanidad había claudicado ante un progreso que le desconectaba de la naturaleza y, por tanto, de su más íntima razón de existir.

Nacido en el seno de una familia burguesa y protestante, fue dirigido desde joven a hacerse seminarista, con vistas a lograr de él un nuevo ministro evangélico. Pero fue en el seminario donde estudió literatura y filosofía dejándose influir hondamente por la cultura helénica. Aquel deslumbramiento por el pensamiento de Platón, la mitología griega, junto a la amistad que mantuvo con Hegel y Schiller, marcaría su carrera literaria.

Fue justamente Schiller quien le publicó, en su revista *Thalia*, los primeros fragmentos de *Hiperión, o el eremita en Grecia*, la obra que finalizó años después, en 1799, y que le otorgaría el reconocimiento en el mundo de las letras. En esta novela epistolar, el joven Hiperión, vive retirado en un paraje natural de Grecia y plasma en sus cartas los ideales helénicos del individuo como parte inexcusable y armónica de lo total y absoluto. Así, «ser uno con el todo es el cielo del ser humano», afirma.

La fascinación helénica del joven Hiperión encuentra similitudes con las de otro poeta, este real. **Lord Byron – igualmente idealista– también tuvo a Grecia como faro vital**, llegando a emplear su fortuna y sus esfuerzos en apoyar a la Grecia que, en 1821, se levantó en armas para poner fin al dominio turco. El revolucionario Alabanda, con quien Hiperión traba amistad, también enfrenta el yugo turco mediante las armas, pero este decide no acompañarle, a pesar de compartir sus ideales, por su decisiva oposición a la violencia.

Otro paralelismo de la novela con la vida real es el amor que Hiperión siente por Diotima. En 1795, Hölderlin entró en calidad de preceptor en el hogar del banquero Gontard, cuya bella esposa, Susette, se convirtió en el gran amor del poeta. Diotima es el reflejo literario de Susette que, a pesar de amar a Hölderlin, jamás abandonó a su marido. «¿Queríamos separarnos? ¿Era lo justo y lo sabio? ¿Por qué nos asustaría la decisión como si fuéramos/ a cometer un crimen?»

A partir de entonces, viviría siempre gracias a la hospitalidad de amigos y conocidos en ciudades europeas como Homburgo y Stuttgart (Alemania), Hauptwil (Suiza) y Burdeos (Francia). **Un deambular que formaba parte, sin duda, de sus exacerbadas ansias de libertad.**

Antes de *Hiperión*, Hölderlin ya había publicado, en 1793, **unos Himnos en los que glorificaba la belleza y la libertad, y unas Elegías que eran puro lamento por lo desaparecido** y firme propuesta de alcanzar lo absoluto mediante la inmersión en un nuevo helenismo. A la par que la escritura de *Hiperión*, también mantuvo la de *La muerte de Empédocles*, pieza dramática en que él explica el suicidio del filósofo presocrático como una expiación por el martirio que sufrió su pueblo al no tomar las riendas de su destino. Esta obra toma el testigo de los ideales de la Revolución Francesa, incitando a que el pueblo sea soberano y sepa regir su propio destino.

«¡En el nombre de aquellos que engendramos para la vergüenza,/en el nombre de nuestras reales esperanzas,/en el nombre de los bienes que colman el alma,/en el nombre de esta fuerza divina, herencia nuestra,/y en el nombre de nuestro amor, hermanos míos,/reyes del mundo hecho, despertad!»

En 1802 abandonó Francia y emprendió, a pie, el camino de regreso a su Alemania natal. Una vez allí, tuvo noticia de la muerte de su amada Susette y sufrió la primera crisis nerviosa provocada por la esquizofrenia. **La enfermedad ya no le abandonaría, pero sí le daría momentos de tregua** que le permitieron escribir obras poéticas inigualables.

Dado que las crisis nerviosas se hacían más frecuentes e intensas, ingresó en un hospital psiquiátrico de Tübinga, localidad muy cercana a Lauffen am Neckar, donde había nacido. Allí permaneció un año, hasta que fue diagnosticado incurable. En 1807 fue acogido en el hogar de un ebanista admirador de su obra literaria y a quien la madre del poeta pagó los gastos de manutención hasta su fallecimiento en 1843. **Durante ese período siguió escribiendo y mantuvo una vida todo lo tranquila que le permitió la enfermedad.** A pesar de su trastorno, Hölderlin no abandonó en ningún momento su idealismo y su búsqueda de la belleza.

«Dadme un estío más, oh poderosas,/ y un otoño, que avive mis canciones,/ y así, mi corazón, del dulce juego/ saciado, morirá gustosamente».

Nuevos tiempos de futuro

Por: HERNANI ZAMBRANO GIMENEZ. Ph.D.

TOMADO DE: El carabobeño.com – 7 de marzo de 2021



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: hernaniyo@outlook.com

Como lo dramatizó Paul Valéry (Francia, 1871-1945), reconocido escritor y filósofo, *“el problema de nuestros tiempos es que el futuro ya no es lo que era.” Así lo resumió con pasmosa claridad el gran filósofo francés. El pasado ha estado allí, siempre, arrastrando tiempos pesados, con sus guerras que han extendido masacres, entre gentes que no se conocieron, para provecho de gentes que se conocieron, pero que no se masacraron.* Todos estos quiebres históricos, sociales y políticos, han operado sobre las personas y transportados por sus instituciones de sostén, y finalmente han generado y siguen presionando una desconocida, nueva visión del futuro. El resultado se ve y se siente, es impresionante, hay ahora un visión muy sufrida de temor con miedo al futuro.

Con frecuencia, y en forma recurrente, los pensamientos más importantes de muchas personas son los que contradicen sus propios sentimientos, y esto desarrolla fuertes conflictos y malestares psíquicos: son los temores, miedos y pánicos. Pero, como lo señaló Marco Valerio (40-104), el profundo poeta latino, *“el verdadero dolor es aquel que se sufre sin testigos”.*

El miedo al futuro está entre las razones que, como fantasmas, son capaces de conducirnos a grandes destrozos psíquicos. Vivir con temores o miedo al futuro es como si viviéramos en plena oscuridad de los tiempos ambiguos que saltasen de un pasado a un futuro, sin pasar por el presente. Con todos los sentimientos, tanto el físico, el psíquico y el social, atados a diario a nuestras cansadas conciencias. Para poder manejarnos en este tipo de amenazas psíquicas, illo primero por hacer, sería no tenerle miedo al miedo!

¡Grandes atentados, de magnitudes nunca conocidas, sabemos ahora que pueden ocurrirnos! ¡Los medios sociales nos los exponen, detallados, en dramáticas realidades!

Guerrillas, violencia social sangrienta, con hambrunas, caravanas de emigrantes que huyen del país donde una vez vivieron bien, con nuestros abuelos y otros ancestros. *¡Todo esto es ahora dura realidad! ¡Realidad que podemos “tocar”! Esto ha hecho que mucha gente frustrada, que aprendió tantos miedos, haya generado miedo al futuro.*

Pandemias impredecibles, arman a la gente en un pánico al futuro, que debemos aprender a manejar en las dolientes crisis emocionales. ¡Eventos que ya dejaron de ser “fantasías”, temas de películas, o “lo que ocurría, a otros”, en otras latitudes!

¿Cómo inciden estas variables en nuestro modo de pensar? Con tanta crisis envolvente, el temor, el miedo, el pánico al futuro, son realidades que debemos aprender a administrar, por nuestro beneficio. ¿Por qué preocuparnos de esas situaciones? ¿De qué maneras pueden afectarnos esas situaciones afectivas (emocionales) humanas?

Al angustiarnos por el futuro, activamos el “circuito neural del miedo”, y eso explica por qué existe nuestro *pánico anticipatorio (temores o miedos)*, mantenido como un “agrijo” sentimiento en nuestra consciencia, por mucho tiempo, que resulta más desagradable que las situaciones originarias, reales, verdaderas, sentidas. *Y cuanto más tiempo y energías dedicamos a pensar en lo que sucederá, nuestros temores o miedos crecerán cada vez más.*

¿Cómo deshacernos de ese miedo al futuro? ¡Desconectando los circuitos del miedo, y sustituyéndolos por los pensamientos presentes, por ocupaciones inmediatas que estén sucediendo, en gran intensidad, aquí y ahora!

THOMAS KUHN y ¿QUÉ ES UN CAMBIO DE PARADIGMA?

¿Qué es un cambio de paradigma? ¿Cuáles son las cuatros fases de las que hablaba Thomas Kuhn, en su libro "La estructura de las revoluciones científicas"?

Por: SAUL McLEOD*

TOMADO DE: Bloghemia - 1º de marzo de 2021

*Saul McLeod tiene una licenciatura en psicología y una maestría en investigación. Completó un Ph.D. en la Universidad de Manchester, Inglaterra.



“Los enemigos de la innovación o de los cambios de paradigmas son las mentalidades ortodoxas”.
Michael Hubbard MacKay

Thomas Kuhn ataca los puntos de vista de la ciencia de “desarrollo por acumulación” que sostienen que la ciencia progresa linealmente por acumulación de hechos independientes de la teoría. Kuhn examinó la historia de la ciencia y argumentó que la ciencia no progresa simplemente por etapas basadas en observaciones neutrales (por ejemplo, el positivismo).

Para Kuhn, la historia de la ciencia se caracteriza por revoluciones en la perspectiva científica. Los científicos tienen una cosmovisión o "paradigma". Un paradigma es un logro científico universalmente reconocible que, durante un tiempo, proporciona soluciones a una comunidad de profesionales.

Los científicos aceptan el paradigma dominante hasta que surgen anomalías. Luego, los científicos comienzan a cuestionar la base del paradigma en sí, surgen nuevas teorías que desafían el paradigma dominante y, finalmente, una de estas nuevas teorías se acepta como el nuevo paradigma.

Fases de la ciencia de Kuhn

Según Kuhn, el conocimiento que no evoluciona según las siguientes cuatro fases, puede no considerarse científico:

Fase 1: Preciencia

- El estado pre-paradigmático se refiere a un período antes de que se haya alcanzado un consenso científico.
- Actividad desorganizada y diversa.
- Debate constante sobre los fundamentos.
- Tantas teorías como teóricos hay.
- No existe una base de observación comúnmente aceptada. Las teorías en conflicto están constituidas con su propio conjunto de observaciones dependientes de la teoría.

Fase 2: ciencia normal

(en otras palabras: la ciencia suele ser estable)

- Se establece un paradigma que sienta las bases para un trabajo legítimo dentro de la disciplina. El trabajo científico consiste entonces en la articulación del paradigma, en la resolución de los acertijos que arroja.
- Un paradigma es una base convencional para la investigación; sienta un precedente.
- Los rompecabezas que resisten las soluciones se consideran anomalías.
- Las anomalías se toleran y no provocan el rechazo de la teoría, ya que los científicos confían en que estas anomalías se pueden explicar con el tiempo.
- Los científicos pasan gran parte de su tiempo luchando contra las anomalías que han aparecido. Ellos pueden o no saber esto o reconocerlo.
- Es necesario que la ciencia normal no sea crítica. Si todos los científicos fueran críticos con una teoría y dedicaran tiempo a tratar de falsificarla, nunca se haría ningún trabajo detallado.

Fase 3: Crisis

- Aquí es donde ocurre el cambio de paradigma.
- Las anomalías se vuelven serias y se desarrolla una crisis si las anomalías socavan los supuestos básicos del paradigma y los intentos de eliminarlos fracasan constantemente.
- En estas circunstancias, las reglas para la aplicación del paradigma se relajan. Se desarrollan ideas que desafían el paradigma existente.
- En crisis habrá una "ciencia extraordinaria" en la que habrá varias teorías en competencia.
- Si se pueden resolver las anomalías, la crisis ha terminado y se reanuda la ciencia normal. Si no, hay una revolución científica que implica un cambio de paradigma.

Fase 4: Revolución

- Eventualmente se establecerá un nuevo paradigma, pero no como resultado de ninguna justificación lógicamente convincente.
- Las razones de la elección de un paradigma son principalmente psicológicas y sociológicas.
- El nuevo paradigma explica mejor las observaciones y ofrece un modelo más cercano a la realidad externa objetiva.
- Se considera que los diferentes paradigmas son inconmensurables: el nuevo paradigma no puede ser probado o refutado por las reglas del viejo paradigma, y viceversa.
- No existe una medida o escala natural para clasificar diferentes paradigmas.

El enorme impacto del trabajo de Thomas Kuhn se puede medir en los cambios que provocó en el vocabulario de la filosofía de la ciencia: además de "cambio de paradigma", Kuhn elevó la palabra "paradigma" en sí de un término utilizado en ciertas formas de lingüística a su significado más amplio actual.

El uso frecuente de la frase "cambio de paradigma" ha hecho que los científicos sean más conscientes y, en muchos casos, más receptivos a los cambios de paradigma, de modo que el análisis de Kuhn de la evolución de las opiniones científicas ha influido por sí mismo en esa evolución.

Para Kuhn, la elección del paradigma se sustentaba en procesos lógicos, pero no estaba determinada en última instancia por ellos. Kuhn creía que representaba el consenso de la comunidad de científicos. La aceptación o el rechazo de algún paradigma es, argumentó, tanto un proceso social como un proceso lógico.

Esto significa que Kuhn ha sido acusado de relativista. ¿Quizás todas las teorías son igualmente válidas? ¿Por qué deberíamos creer en la ciencia actual cuando podría ser revocada en el futuro? Kuhn rechazó enérgicamente esto, afirmando que las revoluciones científicas siempre han llevado a teorías nuevas y más precisas y representan un verdadero progreso.

¿La ciencia avanza a través de revoluciones científicas? ¿Son los nuevos paradigmas mejores que los anteriores? No, sugiere Kuhn, *simplemente son diferentes*. Las revoluciones científicas que suplantán un paradigma por otro no nos acercan a la verdad sobre cómo es el mundo.

Kuhn dice que un paradigma posterior puede ser un mejor instrumento para resolver acertijos que uno anterior. Pero si cada paradigma define sus propios acertijos, lo que es un acertijo para un paradigma puede no serlo en absoluto para otro. Entonces, ¿por qué es un progreso reemplazar un paradigma por otro que resuelve acertijos que el paradigma anterior ni siquiera reconoce? Kuhn usó su tesis de inconmensurabilidad para refutar la opinión de que los cambios de paradigma son objetivos. La verdad es relativa al paradigma.

La ciencia no cambia su paradigma de la noche a la mañana. Los científicos más jóvenes llevan adelante un nuevo paradigma. Como dijo Kuhn, "una nueva verdad científica no triunfa convenciendo a sus oponentes y haciéndoles ver la luz, sino más bien porque sus oponentes eventualmente mueren y crece una nueva generación que está familiarizada con ella".

Thomas Kuhn demostró que los filósofos contemporáneos no podían ignorar la historia de la ciencia y el contexto social en el que se desarrolla la ciencia. La ciencia es un producto de la sociedad en la que se practica.

Referencia Bibliográfica:

- Thomas, K. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas* Chicago: University of Chicago Press.
 - McLeod, S. A. (2020, May 01). *Thomas kuhn - science as a paradigm*. Simply Psychology.
-

MAESTRO DE LA FILOSOFÍA MODERNA

Immanuel Kant: la razón sin ataduras.

TOMADO DE:
HISTORIA NATIONAL GEOGRAPHIC



"Dos cosas llenan mi ánimo de creciente admiración y respeto, cuanto más reflexiono sobre ellas: el cielo estrellado sobre mí y la ley moral dentro de mí". El filósofo alemán sintetizaba en esta frase (extraída de la Crítica de la razón práctica, tal vez su obra más influyente en vida) las dos grandes cuestiones que le habían ocupado en sus casi cuarenta años como profesor: la naturaleza del mundo tangible y las motivaciones del comportamiento humano.

Una de las historias más populares sobre Immanuel Kant dice que su vida era tan estricta y regular que sus vecinos ajustaban sus relojes al verlo salir para su paseo de las tres y media de la tarde, siempre puntual hiciera el tiempo que hiciese. Este capítulo no deja de ser una manifestación anecdótica de un carácter profundamente metódico y abierto a la crítica constante: después de que le plantearan varias carencias de sus primeras obras, Kant estuvo diez años sin publicar para dedicarlos a la reflexión y regresar con la primera de sus obras plenamente maduras, la *Crítica de la razón pura*.

Immanuel Kant buscó, por encima de todo, enseñar al ser humano a pensar por sí mismo y a rechazar los dogmas de todo tipo, que destruyen la razón y someten el libre pensamiento a ideas fijas. No por ello negaba la importancia del conocimiento previo, al contrario, lo consideraba imprescindible como punto de partida. En este sentido, logró combinar el racionalismo -para el cual la razón es el motor principal en la búsqueda del conocimiento- con el empirismo -que acentúa el papel de la experiencia y la evidencia comprobable-, como caminos complementarios y no excluyentes. El pensamiento kantiano se convirtió así en uno de los más influyentes de la Ilustración.

El maestro Kant

Emanuel Kant nació el 1724 en Königsberg (actual Kaliningrado), entonces perteneciente a la Prusia Oriental, en el seno de una familia profundamente religiosa de la que recibió una educación muy estricta y dogmática. A pesar de que su pensamiento lo llevaría en dirección opuesta, siempre conservó un gran cariño por su familia. Con 16 años ingresó en la Universidad Albertina de Königsberg para estudiar filosofía y ciencias; por desgracia, el infarto y posterior muerte de su padre lo llevaron a abandonar la universidad siete años más tarde, aunque no los estudios, que prosiguió por su cuenta. Tras aprender hebreo, cambiaría su nombre a Immanuel.

Kant empezó a trabajar entonces como profesor privado, gozando de una notable popularidad. Solía decir que no enseñaba filosofía, sino el arte de pensar: le molestaba que sus estudiantes tomaran apuntes de forma mecánica en vez de intentar entender lo que explicaba y debatir sobre ello. Hombre de una gran cultura, daba también clases de otras materias tan variadas como matemáticas, ciencias naturales o ética: para él, el conocimiento debía ser inclusivo. Prueba de ello es su variada obra en los 23 años que ejerció como profesor privado, en los que publicó tratados que iban desde la astronomía a la teología.

A este periodo pertenecen las obras del llamado periodo precrítico. En 1770 le ofrecieron una cátedra de Lógica y Metafísica en la Universidad Albertina, la única en la que aceptó enseñar. Con ocasión de este hito largamente esperado escribió su *Disertación inaugural*, que habría de suponer un punto de inflexión inesperado: varios comentarios de alumnos y colegas académicos le hicieron replantearse sus conceptos filosóficos hasta el momento y el prestigioso maestro entró en un paréntesis de diez años en los que no publicaría para dedicarse a reflexionar sobre sus ideas.

Las críticas de la razón

Este período le permitió madurar su pensamiento y publicar en 1781 la primera de sus obras plenamente maduras y seguramente la más famosa: *Crítica de la razón pura*, que en su momento no tuvo muy buena acogida, principalmente por su estilo denso y pesadamente académico. Era la primera parte de una serie de obras a la que seguirían *Crítica de la razón práctica* (1788) y *Crítica del juicio* (1790). La segunda fue la más influyente en vida del autor y un nuevo comienzo para una rica producción que, sin embargo, continuó encontrando grandes resistencias por el estilo tremendamente complicado.

La inclinación de Kant a cuestionarlo todo le valió enemistades importantes: el rey prusiano Federico Guillermo II le instó a moderar el contenido de sus obras, especialmente tras la Revolución Francesa. Incluso después de su muerte, el papa Pío VIII prohibió la lectura de *Crítica de la razón pura* bajo amenaza de excomunión. A pesar de vivir en el apogeo de la Ilustración, Kant veía con pesimismo que esa época de mayor conocimiento no conducía a un mundo mejor, sino que las viejas estructuras de poder eran reemplazadas por otras nuevas: por pocos meses no llegaría a ver a Napoleón proclamarse emperador.



LAS CLASES DE KANT, TANTO PRIVADAS COMO POSTERIORMENTE EN LA UNIVERSIDAD, ERAN MUY POPULARES. EL FILÓSOFO ESTIMULABA A SUS ESTUDIANTES A CUESTIONARSE CUALQUIER IDEA PRECONCEBIDA Y A PENSAR POR SÍ MISMOS, FOMENTANDO SU PARTICIPACIÓN EN EL DEBATE.
CRÉDITO IMAGEN: GOTTLIEB DOEBLER. CC.

Un carácter extremadamente metódico

Lo que más trascendió de la vida personal de Kant fue su carácter meticuloso y disciplinado, rayando lo maniático e hipocondríaco: razones para lo último no le faltaban ya que su salud fue delicada desde pequeño, lo que contrastaba con inflexibles costumbres que a veces le eran perjudiciales, como dormir poco y salir siempre a dar a su paseo de la tarde sin importar el tiempo que hiciera.

No siempre fue así; en esta faceta influyó su amistad con el comerciante Joseph Green, británico de hábitos escrupulosamente ingleses, de quien se dice que un día le dio una lección extrema: Kant se presentó un minuto tarde a una cita y su amigo, ni corto ni perezoso, se marchó al no verlo llegar a la hora justa a la que habían quedado, dejando a Kant corriendo tras su coche.

Entrado en la vejez, su salud física y mental empeoró notablemente a causa de una arterioesclerosis cerebral, posiblemente agravada por el exceso de trabajo y el sueño escaso que caracterizaban su rutina. En los últimos años los síntomas eran evidentes: falta de equilibrio, problemas para caminar, narcolepsia y señales de demencia. Aun así siguió escribiendo hasta un año antes de su muerte, cuando ya contaba casi 80 años. Finalmente murió el 12 de febrero de 1804 en la misma Königsberg donde había transcurrido su vida, dejando tras de sí uno de los legados más importantes de la filosofía moderna.

El futuro del trabajo ¡El futuro es hoy!

Por CHICHÍ PÁEZ - gerenciaenaccionve@gmail.com/@genaccion

TOMADO DE: El carabobeño.com - 25 de abril de 2021



Chichí Páez

Dilatada experiencia académica universitaria. Más de veinte años en la industria privada, complementada como Consultor Organizacional. Productor y director del micro-programa "Gerencia en Acción" que se transmite diariamente por Universitaria 104,5FM. Sub-Director de la Revista Digital entorno-empresarial.com

"La principal lección (de la pandemia de covid-19) es que nos recuerda que la vida es incierta y que si esperamos a la certidumbre siempre llegaremos demasiado tarde", Margaret Heffernan.

Los tratadistas, los expertos en desarrollo social y organizacional así como también los psicólogos sociales se han venido preguntando la siguiente inquietud: ¿cómo será el mundo laboral después de la pandemia y que habilidades se necesitarán para ser triunfadores en un mundo repleto de escenarios de incertidumbres?.

Cuando se habla del futuro del trabajo, los expertos dejan claro una cosa: ¡el futuro es hoy!

Y lo es más si cabe porque la pandemia del nuevo coronavirus ha acelerado muchas cosas, y buena parte de ellas en el entorno laboral. La covid-19 ha agregado buenas dosis de incertidumbre al mundo laboral, pero también algunas oportunidades.

"La incertidumbre y nuestra actitud hacia ella es precisamente uno de los temas que la investigadora estadounidense Margaret Heffernan, ha estudiado en los últimos años.

Heffernan, quien ha sido CEO de cinco compañías, es profesora de Práctica en la escuela de Gestión de la Universidad de Bath en Inglaterra y es autora de seis libros. El más reciente: *Uncharted: How to map the future* ("Inexplorado: Cómo trazar el mapa del futuro") fue publicado a inicios del año.

En febrero, el diario británico *Financial Times* lo incluyó en los libros del mes: "Uncharted se opone a nuestra obsesión con la 'ciencia' de la predicción".

Y es que aunque es muy tentador que un experto prediga lo que pasará en el futuro, Heffernan insiste en que hay que "abrazar" y aceptar la incertidumbre para desarrollar resiliencia. ¡"No podemos esperar al plan perfecto"!

La precitada investigadora ha venido reafirmando lo siguiente: "Uno de los aspectos cruciales en momentos como los que vivimos es que la gente pueda apreciar que, aunque obviamente hay empleos y compañías que son más seguros que otros, este es un momento en el que realmente nos tenemos que ayudar entre nosotros".

Y continúa: "las personas que perdieron sus trabajos o están por perderlos necesitan ayuda y nosotros necesitamos ayudarlos, si podemos, porque a la larga todo el país, todo el mundo, sólo mejorará en la medida en que todos mejoremos".

Estas inquietudes mundiales han despertado mucho interés en el futuro, entre las que se puede mencionar es la investigación emprendida por la acreditada empresa THT Analytics, que realizó la encuesta "Survey Monkey", tendente a determinar las características del trabajo del futuro.

Los oficios que tendrán o tienen más demandas figuran en los tres primeros lugares los siguientes: robótica, teletrabajo independiente y servicios.

La tendencia del género en el mundo laboral está equiparada, por cuanto un 53% de los entrevistados respondieron que habrá un número muy parejo de hombres y mujeres en el mundo laboral,

El 41% de los encuestados considera que en el futuro mundo laboral se incrementará más robots que humanos.

Aumentará en casi un 80% las oficinas virtuales a través de la tendencia de utilizar más el teletrabajo.

El 69% de los encuestados considera que la formación y capacitación se realizará por medio de internet en el exterior del país de origen.

Como dato curioso el 52% considera que la gente tendrá preferencia por formaciones cortas, en vez de ir a la universidad por 4 o 5 años.

El 82% de los entrevistados considera que habrá más tolerancias en el mundo laboral por cuestiones de credo, preferencias sexuales, religiosas, culturales o de procedencia

Referente a la remuneración el 84% considera que la tendencia es la desaparición de los salarios fijos y se establecerá un salario variable: ganar por lo que se hace.

El 85% de los encuestados considerada que la velocidad del cambio se acrecentará, es decir que el mundo cambiará más rápido.

Debido al teletrabajo habrá más rotación de personal, así lo confirman el 84% de los consultados.

Debido a la oferta virtual de diferentes profesiones y oficios en el mercado, la mitad de los entrevistados considera que será más fácil contratar al personal para ocupar los cargos vacantes.

Este no es el momento para ser egoístas ni egocéntricos, sino para pensar en que si todos estamos siendo afectados por la pandemia: ¿cómo nos podemos ayudar para enfrentarla?

Habla de imaginar, adaptarse y colaborar. Pero ¿de qué manera esas habilidades se ven afectadas en una época de autoaislamiento, distanciamiento social, confinamientos y mascarillas?

La paradoja es que entre más distantes estamos entre nosotros, más nos necesitamos.

Nos necesitamos para no perder la esperanza, para darnos inspiración e ideas y para mantenernos motivados.

¿Quién fue?

Don Teodoro Gubaira

Publicado por GLADYS RAMOS en el Blog Valencia del Rey



(1910-1988)

Teodoro Gubaira nació en el año 1910 y murió en Valencia en 1988.

El legado de don Teodoro Gubaira.

Distinguida personalidad, se destacó por su actividad en pro del deporte carabobeño y por haber sido presidente del Concejo Municipal del Distrito Valencia en la fecha cuatricentenaria, tocándole presidir los actos que fueron de gran relevancia al haberse efectuado los juegos nacionales más grandes para ese momento, con el encuentro de los mejores deportistas del país en varias modalidades.

Llamado en el argot carabobeño El Roble de Camoruco, y vaya que sí lo fue por el camino transitado en su vida como comerciante, deportista y dirigente de alto valor, en la cual demostró su don de gente no solo en el trato hacia los demás, sino a todos los que se desempeñaban en una u otra disciplina deportiva.

En esa oportunidad, fue presidente del Instituto Nacional de Deportes (IND) en Carabobo. Inauguró el estadio de béisbol Cuatricentenario "José Bernardo Pérez" y también durante su gestión se abrió el Paseo Cuatricentenario. Dio inicio a la competencia ecuestre Gran Derby Ciudad de Valencia, que en el año 2005 cumplió 50 años ininterrumpidos de su realización en el Club Hípico de Carabobo. El Gimnasio cubierto "Teodoro Gubaira" situado en La Rosarito, alberga al equipo de baloncesto de Carabobo desde principios de 1960.

Su estatua de cuerpo entero, hecha por el artista Adolfo Estopiñán, está colocada en el campo deportivo La Viña, con una placa que dice: "La familia deportiva de Carabobo a Don Teodoro Gubaira. Ciudadano ejemplar, insigne deportista y conductor de juventudes. Toda una vida entregada con amor al servicio de su ciudad natal hacen de él un paradigma inigualable para las nuevas generaciones. Valencia, 04 de Marzo de 1998."

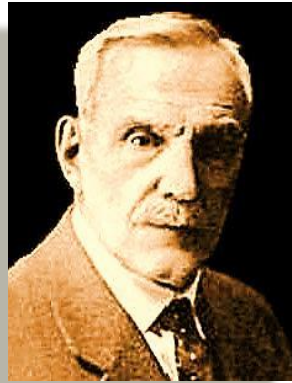
Fuente:

<http://unicamentesantarita.blogspot.com/.../recordando-mi...>

Venezuela, personajes, anécdotas e historia.

Henry Pittier

Versión del artículo original de EGLY COLINA MARÍN-PRIMERA

FUENTE: www.wikipedia.org

(1857-1950)

"... No se ha despertado en la conciencia nacional el sentimiento de la tremenda responsabilidad que se incurre hacia los nietos y bisnietos de la presente generación".

Henry Pittier

Henri François Pittier, nació el 13 de agosto de 1857, en Bex, Suiza, una comuna suiza del cantón de Vaud, ubicada en el distrito de Aigle, círculo de Bex. Limita al norte con las comunas de Ollon, Gryon y Ormont-Dessus, al este con Conthey y Chamoson y muere el 27 de enero de 1950 en la ciudad de Caracas, Venezuela.

Fue ingeniero, geógrafo, pintor, naturalista y botánico, pionero en la creación de Parques Nacionales en Venezuela, país en el que finalmente se radicó y al que dedicó buena parte de sus investigaciones.

Hacia mediados de la octava década del siglo XIX viaja por el Mediterráneo y el Cercano Oriente para enriquecer su cultura sobre estas regiones del orbe.

De la vida de Pittier en Suiza o en Europa es poco lo que se conoce; realizó estudios en la Universidad de Jena (Alemania), donde se graduó de ingeniero civil y se doctora en Filosofía en 1885 así como en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich. Luego ejerce como profesor de ciencias naturales en el colegio de Château d'Ex y luego en el departamento de Geografía de la Universidad de Lausana donde se le otorga el Título de "Doctor Honoris Causa en Ciencias".

Al cumplir los 30 años viaja a América para establecerse en Costa Rica en 1887. Había sido contactado por Mauro Fernández y Ricardo Jiménez, que buscaban modernizar la educación y lo contrataron para el Liceo de Costa Rica. Pronto, fundó el Instituto Meteorológico Nacional y se hizo cargo de la dirección del Instituto Físico Geográfico, en donde funciona el Herbario Nacional de la actualidad, una estación meteorológica, un servicio de geografía y un museo de ciencias naturales; también publicó el Boletín de ese establecimiento científico. Con dos de sus connacionales, Paul Biolley y Adolf Tonduz, y el costarricense Anastasio Alfaro, creó el Museo Nacional. Paralelamente se dedicó al estudio de la flora y la fauna de Costa Rica e intervino en los levantamientos cartográficos y en la delineación de carreteras y vías férreas.

Tras 15 años de vida en Costa Rica viaja en 1901 a los Estados Unidos donde entra a trabajar en el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos en el área de Botánica y aborda el tema con el estudio de las colecciones que realizó en Costa Rica; como producto de esta investigaciones publica en 1907 la obra "*Primitia Flora Costaricensis*"

En el desempeño como botánico realiza trabajos de campo sobre botánica tropical en varios países tropicales México, Guatemala, Panamá. En 1913 realizó su primera visita a Venezuela como asesor para la instalación de una escuela de agricultura en Maracay estado Aragua; en vista de que sus observaciones no fueron aceptadas, resolvió regresar a Washington. Y en este viaje obtiene un lote de plantas procedentes de los estados Aragua, Lara y Yaracuy.

Vuelve a Venezuela, en 1917 llamado por el gobierno, para fundar una Estación Experimental por los lados de Cotiza en Caracas, proyecto que no tiene éxito.

Para 1919, se instala definitivamente en el país trabajando para el Ministerio de Relaciones Exteriores. Entonces a la edad de 62 años comenzó de nuevo su labor como botánico, conservacionista, fitogeógrafo y educador en esta última área destacan entre sus discípulos los Doctores Tobías Lasser y Francisco Tamayo.

Durante estos años hasta el momento de su muerte, *Pittier es incansable en su profunda labor de crear y hacer funcionar las instituciones del estado y privadas que estuvieron a su cargo.* En este sentido hay que resaltar la misión acometida en el Museo Comercial de Venezuela institución la cual funda y a la cual estará adscrita el Herbario Nacional, hoy Instituto Botánico. Fue fundador de las revistas Museo Comercial y del Boletín Comercial e Industrial.

En octubre de 1931 ocupó la dirección del Observatorio Cajigal hasta 1933. En ese breve tiempo, con el apoyo de Alfredo Jahn, quien lo había recomendado, logró de parte del Gobierno Nacional la adquisición de nuevos instrumentos. Sin embargo, sus trabajos se especializaron en observaciones meteorológicas. Su crítica al estado en que encontró esa institución le hizo entrar en conflicto con el Colegio de Ingenieros del que fue miembro honorario.

A partir de 1936, fue jefe del Servicio Botánico del Ministerio de Agricultura y Cría, cargo que ocupó hasta sus últimos días.

En 1937 suyo es el mérito de haber logrado la creación del Parque Nacional Rancho Grande, al norte de Maracay en el estado Aragua primer parque nacional del país, y que hoy lleva su nombre (Parque Nacional Henri Pittier), ubicado al Norte de la Ciudad de Maracay, Estado Aragua, Venezuela. Es un honor a su persona por ser el Fundador del Sistema de Parques Nacionales de Venezuela, dedicando años de estudio a la Flora y la Fauna del País, contribuyendo al aumento de 2.000 a 12.000 del número de fichas catalogadas en el Herbario Nacional, actualmente llamado Instituto Botánico. Este Ingeniero, Botánico, Naturalista, Conservacionista, Fitogeógrafo y Educador fue autor de cerca de 290 trabajos científicos publicados en revistas de diversa índole. Su principal obra, *Manual de las plantas usuales de Venezuela* (1926) ha sido reimpresa 3 veces. También, dedicó su atención a estudios etnográficos y lingüísticos de los indígenas de Centroamérica y Colombia.

Además, como Director del Observatorio Cajigal, logró que se adquirieran instrumentos de medición atmosférica y hasta el fin de su vida a los 93 años, fue jefe del Servicio Botánico del Ministerio de Agricultura y Cría.

Familia. La primera familia de Pittier la formó en Lausanne y esta se quedó en Europa. La segunda la formaría en Costa Rica donde se estableció en 1887. En San José se casó con Guillermina de Fábrega, de familia panameña y con conexiones en Nicaragua, con quien tuvo tres hijos: Margarita, Emilio y Teresa. Quince años después de su llegada a Costa Rica, se marchó a Washington. Su esposa se quedó en Costa Rica, pero permitió que con él, viajaran sus tres hijos.

En Estados Unidos volvió a casarse con Charlotte de Pittier quien se convirtió en la madre de los tres niños. El varón, Emilio, con el tiempo entró a trabajar en la Texas Petroleum Company. En Venezuela Pittier estuvo en 1913 y 1917, y quizás lo que lo decidió a establecerse en el país que había caído en la férrea dictadura del general Juan Vicente Gómez fue el trabajo de su hijo Emilio en el medio petrolero quien se había radicado en Venezuela.

Algunas publicaciones:

- H. PITTIER. 1908. “*Ensayo sobre las plantas usuales de Costa Rica*”. H. L. J. B. McQueen. Washington, D. C.
- ----. 1918. “Our present knowledge of the forest formation of the Isthmus of Panama”. *J. of Forestry* 16 (1): 76-84
- ----. 1920. “La evolución de las ciencias naturales y las exploraciones botánicas en Venezuela”. *Cultura Venezolana*. 2(14):146-171
- ----. 1920. “Mapa Ecológico de Venezuela”. Litografía Comercio. Caracas
- ----. 1922. “Acerca de nuestras maderas”. *Cultura Venezolana*. 5(38):227-247
- ----. 1923. “Notes on plants collected in Tropical America”. *Journal of the Washington Academy of Sciences*. 13(19):428-431
- ----. 1926. “Manual de las plantas usuales de Venezuela”. Litografía del Comercio, Caracas. 458 pp.
- ----. 1926. “*Manual de agricultura tropical*”. Nicholls. E. ed. España
- ----. 1927. “*Estudio de los productos forestales en Venezuela*”. Tipografía Americana. Caracas
- ----. 1928. “Maderas del Delta del Orinoco”. *Boletín de la Cámara de Comercio de Venezuela*. 172:4010-4011
- ----. 1928. “Notas sobre la agricultura en Puerto Rico”. *Cultura Venezolana*. 11 (87):234.244
- ----. 1931. “Estado actual de nuestros conocimientos acerca de la flora de Venezuela”. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. 4: 133-152
- ----. 1931. “La expedición al Pacaraima” *Cultura Venezolana*. 14 (113): 200-205
- ----. 1939. “Clave analítica de las familias de plantas superiores de la América Tropical”. Caracas
- ----. 1939. “Suplemento a las plantas usuales de Venezuela”. Elite. Caracas. 129 pp.
- ----. 1942. “*La mesa de Guanipa; ensayo de fitogeografía*”. Tipografía Garrido. Caracas
- ----. 1943. “El Herbario del Servicio Botánico del Ministerio de Agricultura y Cría”. *El Agricultor Venezolano*. 7 (85-86): 21-27

Nota: para profundizar en los detalles sobre la obra de Henri Pittier consultar la Obra Imagen y Huella de Henri François Pittier, de Francisco Tamayo.

Honores.-

Eponimia	
Géneros	Especies nombradas en su honor
<ul style="list-style-type: none"> • Plantilla:Bt-latrus [= Plantilla:Bt-latrus] • Plantilla:Bt-latrus [= Plantilla:Bt-latrus] • Plantilla:Bt-latrus [= Plantilla:Bt-latrus] 	<ul style="list-style-type: none"> • (Acanthaceae) <i>Pseuderanthemum pittieri</i> Leonard in Standl. • (Actinidiaceae) <i>Saurauia pittieri</i> Donn.Sm. • (Annonaceae) <i>Guatteria pittieri</i> R.E.Fr. • (Anthericaceae) <i>Echeandia pittieri</i> Cruden • (Apocynaceae) <i>Alstonia pittieri</i> (Donn.Sm.) A.H.Gentry • (Araceae) <i>Dieffenbachia pittieri</i> Engl. & K.Krause • (Araliaceae) <i>Didymopanax pittieri</i> Marchal ex T.Durand & Pitt. • (Arecaceae) <i>Phytelephas pittieri</i> O. F. Cook • (Asclepiadaceae) <i>Mateleia pittieri</i> (Standl.) Woodson

Periodista venezolana Karina Sainz Borgo obtuvo en 2021 el galardón literario “O. Henry” de EE. UU.

El premio O. Henry es el más antiguo galardón de ficción corta de la nación norteamericana y se otorga desde el año 1919



KARINA SAINZ BORG

La periodista venezolana Karina Sainz Borgo fue galardonada en el mes de abril de 2021 con el premio literario O. Henry de EE. UU., gracias su cuento corto llamado Tijeras (*Scissors* en inglés).

“Estoy súper contenta, es uno de los premios más antiguos del relato o cuento corto de EE. UU. y tiene una nómina larguísima de premiados”, dijo Karina Sainz Borgo en entrevista con Vozpópuli, donde actualmente trabaja.

El premio O. Henry es el más antiguo galardón de ficción corta de la nación norteamericana y se otorga desde el año 1919.

Es la primera vez que se incluye una obra literaria extranjera en la premiación. Por esta razón, la escritora venezolana manifestó que su logro fue un enorme espaldarazo.

El cuento, Tijeras, narra la historia de unas mujeres migrantes que se vieron obligadas a vender su cabello por falta de recursos económicos.

Por otro lado, Karina Sainz Borgo también recibió en junio del año 2020 el Gran Premio de la Heroína Madame Figaro por su novela La hija de la española publicada en 2019. La revista Time eligió esta obra entre los 100 mejores libros en aquel entonces.

ARQUEO LITERARIO: Revisiones Críticas. (XVII).

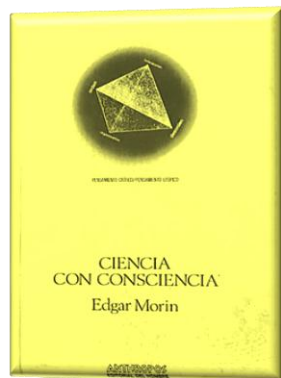
Obra: CIENCIA CON CONSCIENCIA.

AUTOR: Edgar Morin (1984). Editorial: Anthropos, Editorial del Hombre. Barcelona. ISBN: 84-85887-34-4.

Título original: Science avec conscienc. Traducción: Ana Sánchez.

Presentado por: Colectivo transdisciplinario de ciencias sociales.

Enviado vía Facebook por Dr. VÍCTOR HERMOSO AGUILAR



"Las ciencias humanas desconocen las características físicas y biológicas de los fenómenos humanos. Las ciencias naturales no son conscientes de su inclusión en la cultura, la sociedad y la historia. Las ciencias desconocen su papel en la sociedad. Las ciencias no son conscientes de los principios ocultos que gobiernan sus aclaraciones. Las ciencias no se dan cuenta de que les falta consciencia. Pero en todas partes surge la necesidad de una ciencia con consciencia. Es hora de darse cuenta de la complejidad de toda la realidad - física, biológica, humana, social, política - y la realidad de la complejidad. Es hora de darse cuenta de que una ciencia privada de reflexión y una filosofía puramente especulativa son insuficientes".

GALERÍA



Nkechi Madonna Adeleine Agwu

Nació el 8 de Octubre de 1962 en Enugu, Nigeria.

Nkechi Agwu es hija de Jacob Ukeje Agwu (16 de agosto de 1925-7 de junio de 2008) y Europa Laretta Durosimi Wilson, quien fue maestra de escuela. Jacob Agwu fue el único hijo sobreviviente de sus padres, cinco de sus hermanos murieron en la infancia. Después de mostrar excelentes capacidades en la escuela, impartió clases en la escuela primaria donde había estudiado durante tres años antes de formarse como profesor en el Saint Charles College de Onitsha. Enseñó aritmética y geografía antes de ir a la Universidad de Fourah Bay, Freetown, Sierra Leona, donde obtuvo una licenciatura en economía y geografía en 1955. Pasó a obtener una maestría en el Colegio Universitario de Ghana. Mientras estudiaba en Ghana, conoció a Europa Laretta Durosimi Wilson quien, de hecho, vino desde Freetown, Sierra Leona. Se casaron en diciembre de 1957 y tuvieron cinco hijos. En la época en la que nació Nkechi, Jacob fue Secretario Asistente Senior en la oficina del Primer Ministro, en Enugu, Nigeria. Ella nació en el Hospital General de Parklane, Área de la Reserva del Gobierno, en Enugu. Sus padres eran cristianos y Nkechi fue bautizada unas semanas después de su nacimiento, en la catedral del Espíritu Santo, en Ogui, Enugu, Nigeria el 4 de noviembre de 1962.

Nigeria se convirtió en un país independiente en 1960, dejando de ser colonia británica, por ello Nkechi nació en una Nigeria independiente. Sin embargo, estalló la guerra de Biafra, en julio de 1967. Un golpe militar en 1966 fue un factor importante para que estallara la guerra que se libró entre las fuerzas del gobierno y el estado de Biafra que buscaba independencia motivada por diferencias étnicas y religiosas. Jacob Agwu era biafrano y apoyó a Biafra durante la Guerra Civil nigeriana, ayudando con la logística de abastecimiento a su ejército. Nkechi Agwu escribe en la referencia [1]:

Mi pueblo natal, Alayi, fue arrasado por los soldados nigerianos durante esta guerra. ... Antes de la captura de Alayi por soldados nigerianos, mi hermano Oba generalmente nos llevaba allí en las mañanas para evitar los bombardeos del día sobre Umuahia por aviones de combate nigerianos y luego nos regresaba en las noches. El conocimiento de mi pueblo natal es el único buen recuerdo que tengo de esta guerra. Mis hermanos y yo visitamos Alayi más veces durante la guerra que en todos los años de mi infancia antes de la guerra.

Un día su casa en Umuahia resultó seriamente dañada por el bombardeo de los aviones nigerianos. En 1968, su madre Europa, Nkechi y sus hermanos dejaron Nigeria y fueron evacuados en el último vuelo de refugiados de Cruz Roja para biafranos. Fueron llevados a un campamento para refugiados en Fernando Po, Guinea Ecuatorial, pero el plan de Europa de regresar luego de dejar a sus hijos en el refugio no funcionó ya que no hubo más vuelos de la Cruz Roja. Después de algunos meses en el campamento para refugiados en Fernando Po, les concedieron visas para entrar a Sierra Leona, pero sólo a condición de que Europa acompañara a sus hijos. Fueron llevados de Fernando Po por barco a otro campamento de refugiados en Monrovia, Liberia. Posteriormente, otro avión los llevó a un tercer campamento en Freetown, Sierra Leona, donde llegaron en el 4 de octubre de 1968. Intentaron vivir con la madre de Europa, Hannah, abuela materna de Nkechi, pero cuando llegaron a Sierra Leona descubrieron que la casa de la abuela había sido quemada. Sin hogar, la familia fue dividida y Nkechi, junto con su madre y su hermano menor Ifeanyi, tuvieron que ir a vivir en el hogar de la familia Leigh en Congo Cross. Europa era la única de la familia que se había educado, por lo que tenía que encontrar trabajo y formar un hogar para su familia. Esto hizo a Nkechi darse cuenta cuán importante era recibir una educación.

La guerra de Biafra cobró las vidas de más 2 millones de civiles pero terminó en enero de 1970 cuando fueron derrotados los biafranos. Algunos meses después de terminada la guerra, la madre de Nkechi, Europa, volvió a Nigeria. Ellos habían estado refugiados por cuatro años viviendo muchas penurias. Debido a su participación en la guerra civil, Jacob decidió dejar el Servicio Civil nigeriano y se dedicó a la agricultura. Su influencia sobre Nkechi y sus hermanos fue un factor importante en cómo ella desarrolló su vida. Jacob Agwu (referencia [2]):

... siempre tuvo tiempo para sus hijos... Él inculcó en ellos las virtudes del trabajo duro, la disciplina, la integridad y el amor por el conocimiento y el aprendizaje. ... Su filosofía era si le das a un hombre un pescado, lo alimentarás durante un día pero si le enseñas a pescarlo él se alimentará por sí mismo toda la vida. Creía que la educación era fundamental para la vida y el desarrollo.

Aunque la madre de Nkechi regresó a Nigeria, Nkechi permaneció en Sierra Leona asistiendo a la escuela primaria del Colegio Universitario Fourah Bay en Freetown. Se graduó en esa escuela en 1973 y comenzó sus estudios en la escuela Annie Walsh Memorial en Freetown. Pasó dos años más, de 1978 a 1980, en la escuela secundaria de Freetown para niñas antes de regresar a Nigeria.

Agwu estaba fascinada por las matemáticas tanto que a medida que crecía, veía matemática en muchas cosas a su alrededor. Por ejemplo ella dijo (referencia [5]):

... mi abuela [Omamma] me enseñó a jugar al ladrillo cultural que se conoce popularmente como Mancala; nosotros lo llamamos Okwe. Aunque ella nunca fue a la escuela, era una jugadora experta. Yo estaba convencida de que mi abuela era una matemática porque ella podía ver 10 o 20 movimientos por adelantado.

Agwu estudió matemáticas en la Universidad de Nigeria, en Nsukka, se graduó con honores en 1984. Ganó el premio de "Mejor Alumno Graduado", del Departamento de Matemática. Ella había emprendido un proyecto honorario, "On the stability of solutions of constant coefficient second order equations and systems" (Sobre la estabilidad de las soluciones de sistemas y ecuaciones de segundo orden con coeficientes constantes) teniendo a James Ezeilo como su tutor. Ella también tuvo como profesora a Isabelle Adjaero, la única mujer docente en la Facultad, quien había estudiado su doctorado en la Universidad de Connecticut en los EE. UU. tutorada por Eugene Spiegel. Ezeilo y Adjaero animaron a Agwu para que fuera a la Universidad de Connecticut a estudiar su postgrado. Adjaero escribió una muy bien sustentada carta de recomendación a Eugene Spiegel y Agwu fue aceptada en el programa de posgrado en la Universidad de Connecticut y le ofrecieron un cupo desde el inicio del periodo 1986-1987.

Ella trabajó durante un año llevando estadísticas en la Oficina Federal de Estadísticas (1984-1985) y luego fue nombrada profesora en el Politécnico Kaduna en Kaduna en 1985. Ella retrasó su comienzo en la Universidad de Connecticut, al dedicar dos años a dar clases en la Escuela Politécnica antes de ir a los Estados Unidos en enero de 1987 para estudiar su maestría. Su admisión se había retrasado debido a la falta de financiación. Sus estudios fueron financiados por un premio para viajar de la Asociación Matemática de América y un premio para financiar el estudio de los usos de la historia de las matemáticas en la enseñanza. Llegó a Nueva York en medio de una tormenta de nieve, la primera vez en su vida que ella veía nieve. Inició los estudios de posgrado un semestre más tarde dado las dificultades que tuvo para comenzar, pero después de un excepcionalmente duro trabajo obtuvo su maestría en 1989. Ella continuó en la Universidad de Connecticut estudiando para un doctorado en matemática pura, pero pronto lo dejó y decidió cambiar al de educación matemática. Esto fue imposible hacerlo en la Universidad de Connecticut por lo que, en 1990, ella fue a estudiar su doctorado en educación matemática a la Universidad de Siracusa, Nueva York. Su tutor en Syracuse fue Howard Johnson y Agwu obtuvo su doctorado en 1995, presentando la tesis *Using a Computer Laboratory Setting to Teach College Calculus* (Usando un entorno de laboratorio de computación para enseñar cálculo en el colegio). Escribió en la referencia [1]:

En Universidad de Syracuse, trabajé como docente y como docente asociada en el Departamento de Matemática. He recibido algunos honores en la Universidad de Siracusa como el Premio Futuro Profesor, el Premio de Disertación Creativa, y el Premio al Servicio Meritorio del Canciller para Líderes Estudiantiles. Serví en una serie de funciones de liderazgo estudiantil, que incluyen servicios como Presidente de la Unión Africana de Estudiantes, como Presidente de la Asociación de Estudiantes Internacionales en Universidad de Siracusa y como Senador de la Organización de Estudiantes Graduados del Departamento de Matemática.

Después de obtener su doctorado, Agwu tenía la esperanza de regresar a Nigeria pero, habiendo sido obligada a renunciar al Politécnico Kaduna cuando ella se fue a los Estados Unidos, no tendría donde trabajar si volvía a Nigeria. Por lo tanto ella decidió permanecer en los Estados Unidos y fue nombrada como Asistente Graduada de Enseñanza y Coordinadora del Centro de Enseñanza y Aprendizaje en el Colegio Comunitario Borough de Manhattan, Universidad de la Ciudad de Nueva York.

Agwu se casó con Nicholas C. B. Ogbonna y tuvo un hijo, Ngozichukwuka Jacob A. D. Agwu, nacido el viernes 9 de octubre de 1998. Nicholas Ogbonna había trabajado como voluntario de la Cruz Roja para Biafra bajo la supervisión de la madre de Agwu. Lamentablemente Agwu tuvo que pasar tiempo lejos de su marido y él sufrió de diabetes la que le fue tratada con insulina. Él murió de complicaciones debido a la diabetes.

En el Colegio Comunitario Borough de Manhattan, los estudiantes tuvieron que tomar un curso de escritura intensiva. Agwu dijo (referencia [3]):

Eso me dio el impulso para enseñar matemática discreta como un curso intensivo de escritura. Hacerlo me ofrecía una oportunidad única para llevar adelante algunas de mis ideas alrededor de las matemáticas y las muchas maneras de conectarla con la vida de mis estudiantes. Así que empecé a mirar las cosas que conocía desde mi perspectiva cultural específica, como una nigeriana, una sierraleonesa y una estadounidense, y su relación con los conceptos matemáticos que mis estudiantes necesitan comprender.

¿Cómo ella lo hizo? (referencia [3]):

Para poner su filosofía de la enseñanza en acción, Agwu introdujo juegos, criptografía, muñecas de fabricación africana, diseño textil, árboles genealógicos y teoría de grafos. Ella hizo que sus alumnos estudiaran las estructuras y los planos de los palacios nigerianos, las vidas de las mujeres matemáticas y trazar sus propias biografías como grafos.

Desde 1997 a 2002, Agwu estudió la historia de las matemáticas, particularmente para escribir las biografías de científicos y matemáticos africanos o afroamericanos. Ella desarrolló profesionalmente esta área durante sus años en el Instituto de Historia de la Matemática de la Asociación Matemática de América. Presidió un equipo de la Asociación Matemática de América que desarrolló módulos históricos en "Ecuaciones lineales y polinomios". Fue una de los autores de los libros "Dr. J. Ernest Wilkins, Jr.: el hombre y sus obras (matemático, físico e ingeniero)" (1997) y "Dr. David Harold Blackwell, pionero afroamericano" (2003). En el año 2000 fue la primera en recibir un premio de la Asociación Matemática Americana de Universidades de Dos-Años por desarrollar un curso para enseñar estadística con material biográfico.

En julio de 2009 Agwu fue elegida como Presidente de la rama de la Ciudad de Nueva York de la Asociación Americana de Mujeres Universitarias (referencia [4]):

Como su Presidente, Agwu dirige sus esfuerzos en el avance de la misión de la Asociación Americana de Mujeres Universitarias a través de la promoción, la investigación y la educación. Ella describe su agenda para la rama: "Quiero especialmente asegurar que la rama de la Ciudad de Nueva York refleje el valor prometido de la Asociación Americana de Mujeres Universitarias como una organización que rompe las barreras económicas y educativas para que todas las mujeres tengan una oportunidad justa". Bajo su vigilancia, el capítulo ha iniciado una serie de programas precisamente para dotar a las mujeres y niñas con habilidades para ayudarles a romper esas barreras. Hay un programa de matemáticas y computación que se dirige no sólo a estudiantes de secundaria y universidades, sino también a adultos interesados en desarrollar sus habilidades matemáticas y en informática...

En 2014 Agwu recibió una Beca de la Diáspora de África de Carnegie que le permitió pasar tres semanas en Nigeria en el proyecto de “*Cultura e Historias de Mujeres: un marco para el desarrollo de capacidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y campos afines*”. Dijo (referencia [3]):

El objetivo es desarrollar materiales curriculares que se basen en la cultura y generen sensibilidad y formen a los educadores de Nigeria para utilizar la enseñanza de la matemática y otras disciplinas comprendidas en la STEM. La idea es fomentar en los estudiantes la innovación y la creatividad ligada a la ciencia y la tecnología de sus culturas.

Se termina esta reseña biográfica citando a la misma Nkechi Agwu (referencia [1]):

Yo soy una viuda de Nigeria, de Sierra Leona y afroamericana, soy sobreviviente de las guerras civiles de Nigeria, Sierra Leona y los ataques terroristas al World Trade Center el 11 de septiembre. La trayectoria de mi vida incluye experiencias de desplazamiento, sin hogar, viviendo en campamentos de refugiados, único pariente de un niño con necesidades especiales de audición y lenguaje y muchas otras situaciones que por sus características sería fijo que me hicieran fallar. Sin embargo, a pesar de las probabilidades en mi contra por ser la única estudiante negra en los programas para graduados en matemática de la Universidad de Connecticut y la Universidad de Siracusa, mientras estudiaba allí, tuve la suerte tener acceso, oportunidades, y vías para sobresalir en matemática y otras áreas pertinentes al servicio público de STEM...

Referencias.-

Libros:

1. Nma Jacob, *God's Own: The Genesis of Mathematical Story-Telling: NiWARD Story of Nkechi Madonna Adeleine Agwu, Ph.D.* (Global Gospel Empowerment Commission, UK, 2015).

Artículos:

2. Celebrating the passing of an icon Jacob Ukeje Agwu (16 August 1925-7 June 2008), *J U Agwu International Conference and Media Center Ozuitem* (20 June 2018).
3. Making Math More Meaningful, *City University of New York* (30 September 2014).
<http://www1.cuny.edu/mu/forum/2014/09/30/making-math-more-meaningful/>
4. TNJ Staff, Nkechi Madonna Adeleine Agwu, Ph.D., *The network Journal: Black Professionals and Small Business Magazine* (10 July 2010).
5. B M Walker, STEM program focuses on mathematical storytelling, *New York Amsterdam News* (22 September 2016).
<http://amsterdamnews.com/news/2016/sep/22/stem-program-focuses-mathematical-storytelling/>

Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre “Nkechi Agwu” (Marzo 2019).

Fuente: MacTutor History of Mathematics [<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Agwu.html>].
