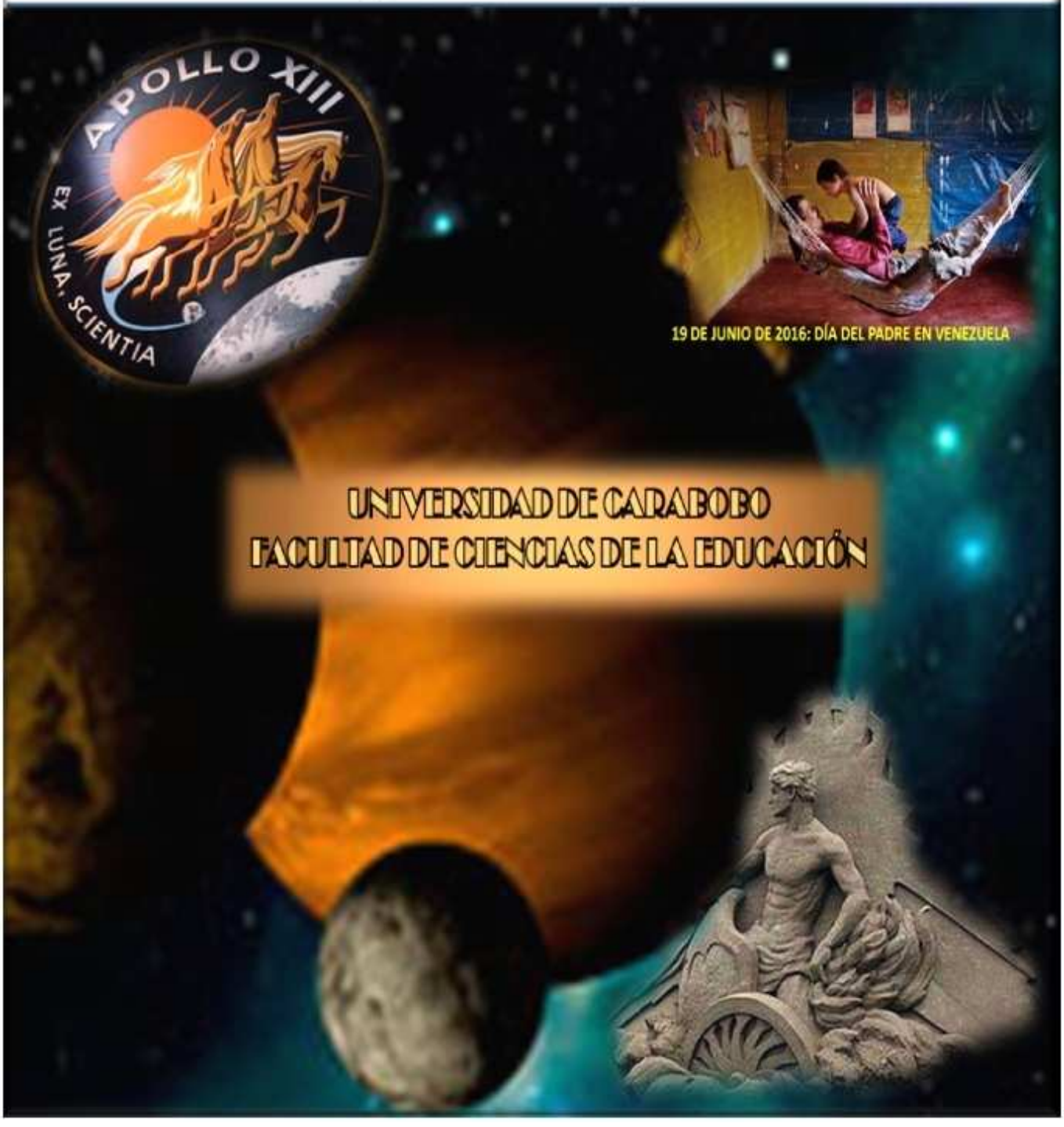
# HOMOTECIA



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 6 – AÑO 14 - Valencia, Miércoles 1° de Junio de 2016



# HOMOTECIA

CÁTEDRA DE CÁLCULO


## Índice


Editorial..... 1

Grandes Matemáticos: **PAUL DU BOIS-REYMOND**..... 2-3

Aportes al conocimiento. Elementos Básicos del Cálculo Diferencial. (11). Relaciones y Funciones. Definiciones. Ecuaciones y funciones. Ejercicios resueltos. Álgebra de funciones. Operaciones algebraicas entre funciones.
Por: **Prof. Rafael Ascanio Hernández-Prof. Próspero González Méndez**..... 4-8

HISTORIA DE LA FÍSICA (Parte IV). Ideas físicas en el Medioevo y en el Renacimiento.
Por: **Rolando Delgado y Francisco A. Ruiz**..... 9-26

Físicos Notables: **GUGLIELMO MARCONI**..... 27

Físicos Notables: **CARL FERDINAND BRAUN**..... 28

Químicos Destacados: **WILHELM OSTWALD**..... 29

Escritos del Postgrado. Basado en: ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA: *"El contexto epistemológico de la enseñanza de la matemática"*. ESCRITOS (Parte I) (Febrero 2015). Autor: Dr. Rafael Ascanio Hernández. Referencias a los Escritos del 8 al 12. Presentados por: **Fanny Arévalo, Ángel González, July Rivero, Ramón Navas y Maira Mendoza**..... 30-36

Las fábricas de premios Nobel. Por: **Sergio C. Fanjul**..... 37-38

Otro año más sin el Dr. Jacinto Convit..... 39-40

19 de junio de 2016: Día del Padre en Venezuela. ¿Sabes desde cuando se festeja el Día del Padre? Conoce la historia de esta celebración..... 41

Galeria: **URIEL ROTHBLUM**..... 42-44



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, AGRADECEMOS NOS HAGA LLEGAR SUS COMENTARIOS A TRAVÉS DE NUESTRA DIRECCIÓN ELECTRÓNICA, homotecia2002@gmail.com.



Diseño de Portada y Montaje Gráfico: R. A. A. H.

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

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:
Profesor Rafael Ascanio Hernández

SUB-DIRECTOR:
Profesor Próspero González Méndez

COORDINADORES DE PUBLICACIÓN:
Profesor Rafael Ascanio Hernández
Profesor Próspero González Méndez

COMISIÓN
ARCHIVO Y REGISTRO HISTÓRICO
Profesora María del Carmen Padrón
Profesora Zoraida Villegas
Profesora Ivel Páez

COMISIÓN REVISORA DE MATERIAL A PUBLICAR:
Profesora Elda Rosa Talavera de Vallejo
Profesora Omaira Naveda de Fernández
Profesor José Tadeo Morales

Nº 6 - AÑO 14 - Valencia, Miércoles 1º de Junio de 2016

# EDITORIAL

En el caso de los docentes de matemática, a medida que van adquiriendo experiencia como tales, toman conciencia que la enseñanza de esta asignatura no se circunscribe solamente a la intención de mostrar que se domina el conocimiento que se intenta enseñar, lo cual supone que como consecuencia de ello, *se debe lograr que el alumno le entienda*. Para un docente novato o con poca experiencia posiblemente estos dos parámetros señalados sean su norte y por esto su norma será *"cualquier medio vale"*. Pero recientemente, conversando con un docente jubilado del Departamento de Matemática y Física de la Facultad de Ciencias de la Educación (FACE) de nuestra Universidad de Carabobo, quien también ejerció en Educación Básica y Media Diversificada, a manera de consejo para todos los docentes de Matemática, formados y en formación, cuenta como anécdota tres hechos, relacionados entre sí, que crearon una huella en su mente y a pesar de los años que han pasado, le ha sido difícil olvidar: Se iniciaba como docente y lo hacía en el nivel de Educación Básica. Una docente de la asignatura con más años de experiencia, le dio un consejo:

- *Si quieres obtener buenos resultados en el aprendizaje de los alumnos que vas a atender, para que este aprendizaje trascienda debes cuidar el lenguaje, el hablado y el escrito, la ortografía, la redacción, la pertinencia. Desde la condición humana, promover la cordialidad y el respeto mutuo, el uso de la terminología correcta de nuestro idioma, que posibilite la claridad de lo que se quiere exponer, lo que se quiere explicar, lo que se quiere evaluar. Desde lo específico de la asignatura, ser lexicalmente correcto. El hecho de ser docente de matemática no significa que eso te da una licencia para atropellar el lenguaje. En consecuencia, cuando utilices los conceptos matemáticos y trabajes la operatividad correspondiente, utiliza los términos, definiciones, signos y símbolos que esta disciplina ha dispuesto para ellos. Debes esforzarte en hacerlo así, no importa que los alumnos te manifiesten que no entienden. Tu preocupación es que aprendan de manera correcta lo que se les enseña. Es una prevención para evitarles dificultades en el futuro.*

Indudablemente que fue un valioso aporte aquel consejo y durante mucho tiempo, con frecuencia se hacía presente en su pensamiento. La segunda parte de esta historia ocurre tiempo después cuando fue trasladado a otro plantel. En un momento determinado, al salir de un salón de clase se le acercó una profesora también de matemática y le increpó de la siguiente manera:

- *¡Profesor! Usted es una vergüenza para este liceo y el resto de los profesores de matemática que trabajamos en el mismo. Como usted enseña, ¡que daño le está causando a nuestros alumnos! Si usted representa a los profesores que están formando en la universidad en esta época, ¡qué futuro nos espera!*

En aquel instante, no entendió ni comprendió la razón de aquel reclamo y por el momento, quedó sin explicación. La tercera parte de la historia, o la explicación, ocurrió varios años después, cuando ya siendo profesor universitario en la UC y realizando una clase en un aula de la FACE, hubo la necesidad de aplicar el despeje de la incógnita de una ecuación. Al instante, uno de los alumnos presentes, AJ para identificarlo, acotó:

- *¡Caramba!, como han cambiado las cosas con el tiempo.*

Sorprendido, el profesor interrogó al estudiante:

- *¿Por qué has dicho eso?*

Y el alumno le respondió:

- *Usted a lo mejor no se acuerda de mí. Yo fui su alumno en séptimo grado en la Escuela Básica "xxxx", y lo que le he dicho es por esto…*

refiriéndole al docente la siguiente historia y la cual narramos con las palabras del mismo profesor.

- *Era inicio del curso. Repasábamos contenidos que supuestamente los alumnos debían conocer de sexto grado. Trabajábamos resolución de ejercicios para el despeje de la incógnita en ecuaciones que tienen por solución un número natural. Al final, nos quedó una expresión como la siguiente* -escribió en la pizarra del aula en que nos encontrábamos-: $x = 9 \cdot 4 / 3.4$. *Me dirigí a los alumnos diciéndoles: aplicando la Propiedad de Simplificación o Cancelación nos resulta* -escribiendo-: $x = 9/3 = 3 \Rightarrow x = 3$. *La cara que pusieron los alumnos, era de incomprensión total. Expliqué nuevamente en dos oportunidades el procedimiento con iguales resultados. Al borde de agotarse mi paciencia y en la búsqueda por concluir la actividad, hice lo siguiente:* $x = 9 \cdot 4 / 3.4$*; es decir, taché los cuatro y acompañé la acción con las siguientes palabras: bicho aquí y bicho acá y qué nos queda. Los alumnos respondieron "x es igual a nueve entre tres y eso da tres" y agregaron "ahora si entendimos profesor". Por el resto del curso, los alumnos en vez de hablar de Propiedad de Simplificación o Cancelación, cada vez que despejaban indicaban 'bicho aquí y bicho acá', sin que yo los corrigiera ya que, olvidándome del antiguo consejo, estaba convencido que habían alcanzado el aprendizaje esperado. El alumno AJ agregó que aprobó séptimo grado y al iniciar el curso del octavo, la profesora de matemática inició con el repaso de ejercicios sobre el despeje de la incógnita en ecuaciones con solución un número entero. Escribió en el pizarrón un ejercicio y solicitó lo resolvieran. Luego solicitó un alumno que lo resolviera en la pizarra. El alumno AJ se ofreció y procedió a resolverlo pero sin dar explicación alguna. La profesora le pidió que lo hiciera de nuevo pero explicando. Él lo hizo y al final acotó 'bicho aquí y bicho acá, ¿y qué nos queda?'. La profesora, alarmada, expresó: '¡¿Cóóómo?! ¿Qué es eso de bichar?'. El alumno AJ, ante el reclamo, se defendió diciendo: 'Yo no sé, pregúntele al profesor fulano, el me lo explicó así'. Aquí está el origen de la segunda parte de la historia. La profesora salió del aula y al encontrarse conmigo surgió el reclamo que me hizo.*

Esta historia-anécdota evidencia que el mal uso del lenguaje puede ser una de las causas que generan obstáculos en el aprendizaje del conocimiento matemático: no es sólo el dominio del algoritmo como tal sino el correcto manejo del lenguaje adecuado para transmitirlo (términos, definiciones, signos y símbolos). Este mal uso del lenguaje por parte del docente de matemática va trascendiendo en la vida estudiantil del alumno, y crea una desarticulación o divorcio a futuro en el canal de comunicación entre los docentes de cursos de matemática posteriores y este alumno, porque en su pasado estudiantil no formó el código lingüístico correcto.

**Reflexiones**

*"La matemática es una actividad humana…el énfasis no está en aprender álgebra, sino en el proceso de algebrizar, no en las abstracciones sino en la acción de abstraer, no en la forma y la estructura, sino en formalizar y estructurar".*

**HANS FREUDENTHAL**

# Los Grandes Matemáticos



**PAUL DU BOIS-REYMOND**
**(1831 – 1889)**

**Nació el 2 de diciembre de 1831 en Berlín; y murió el 7 de abril de 1889 en Freiburg, ambas localidades en Alemania.**

Los padres de Paul du Bois-Reymond fueron Felix Henri du Bois-Reymond y Minette Henry. Felix du Bois-Reymond era de Neuchâtel pero se trasladó a Berlín en 1804 donde él era profesor en el Kadettenhaus. Suiza había sido conquistada por Napoleón en 1798 quien estableció la República Helvética, que duró hasta 1803. Francia impuso una Constitución en la cual no se tenía ningún respeto por las tradiciones suizas y hubo mucho desorden interno. Napoleón intervino en 1803 con el Acta de Mediación que sustituyó a la Confederación Suiza por la República Helvética, produciendo incluso estrechos lazos con Francia. Neuchâtel, sin embargo, no era parte de la Confederación Suiza en este momento y estaba bajo el control nominal del rey de Prusia. Con el traslado a Berlín, Felix permaneció en Prusia y mantuvo una estrecha asociación con Neuchâtel. Sin embargo, tuvo gran afinidad hacia Francia y su esposa Minette era hija del Ministro de la colonia francesa en Berlín. Felix más tarde actuó como representante de Neuchâtel ante el gobierno prusiano.

Felix y Minette du Bois-Reymond tuvieron cinco hijos, Émile quien nació en 1818, dos hijas Julie y Felice, y dos hijos más, siendo uno de ellos Paul, quien es la persona a la cual nos referimos en la presente biografía. Félix era un Pietista, un movimiento religioso que surgió en Alemania y se propagó más allá de sus fronteras. El Pietismo, que es una rama del cristianismo protestante, destacó por la amplia participación de las personas en la religión, la práctica piedad y la incentivación constante hacia el aprendizaje. La familia du Bois-Reymond se crió muy estrictamente con Felix ejerciendo una fuerte autoridad sobre sus hijos. Aunque vivían en Berlín, en casa hablaban el francés y su primogénito Émile asistió al gimnasio (liceo) francés en Berlín, después de pasar un año estudiando en Neuchâtel. Fue una educación que llevó a Paul a hablar con fluidez tanto el francés y como e alemán. Había una diferencia de 13 años de edad entre Paul y el mayor Émile; por esto, Paul fue fuertemente influenciado por Émile quien lo llevó a la Universidad de Berlín aun cuando Paul era tan sólo un niño de seis años.

Al igual que su hermano mayor, Paul también asistió el gimnasio francés en Berlín y continuó siguiendo los pasos de su hermano asistiendo al colegio en Neuchâtel. Ya en este momento Émile se había convertido en un famoso fisiólogo y Paul decidió seguir la misma carrera de su hermano mayor. De Neuchâtel, Paul fue al gimnasio en Naumburg y luego entró en la Universidad de Zurich en 1853. Émile había sido elegido a la Academia Prusiana de Ciencias dos años antes y Paul, esforzándose por seguir, comenzó a estudiar medicina. En 1854, Paul du Bois-Reymond publicó cuatro trabajos que estudiaron problemas fisiológicos.

Mudado a Königsberg, fue influenciado por Franz Neumann para cambiarse a la física matemática. Aún en esta etapa él siguió siendo, por una parte, un científico que hacía observaciones experimentales, y por otra, un matemático teórico que intentaba encajar sus observaciones sobre líquidos en una teoría matemática. Sus estudios doctorales fueron tutorados por Kummer y du Bois-Reymond obtuvo su doctorado por la Universidad de Berlín en 1853 por su tesis *De aequilibrio fluidorum*.

Después de obtener su doctorado, du Bois-Reymond fue nombrado en un cargo para enseñar matemáticas y física en una escuela secundaria en Berlín. Sin embargo, continuó emprendiendo investigaciones en matemáticas aplicadas y, en consecuencia, se involucró cada vez más con la teoría de ecuaciones diferenciales parciales. En 1864, siguió dando clases en la escuela secundaria, du Bois-Reymond publicó *Beiträge zur Interpretation der partiellen Differentialgleichungen mit drei Variabeln*. En este trabajo él había generalizado la idea de Monge de la característica de una ecuación en derivadas parciales de ecuaciones de segundo orden a ecuaciones de tercer orden. Este trabajo formó la base de la generalización hecha por Lie más tarde. Tras la publicación de este importante trabajo, du Bois-Reymond fue nombrado para una cátedra en la Universidad de Heidelberg en 1865. Después de cinco años en Heidelberg se trasladó a una cátedra en la Universidad de Friburgo, donde enseñó desde 1870 hasta 1874, cuando fue nombrado para una Cátedra de la Universidad de Tübingen, donde sustituyó a Hankel. Su período en Friburgo se hizo más difícil por la guerra franco-prusiana que vio a Francia rápidamente derrotada por Prusia en la guerra de 1870-1871. Los fuertes vínculos con franceses y prusianos de du Bois-Reymond lo pusieron en una situación un poco difícil, donde además su hermano Émile era un abierto crítico de los franceses en esta disputa. Finalmente, después de diez años en Tübingen, donde supervisó los doctorados de un número de estudiantes, de los que el más famoso de los cuales fue Otto Hölder, a du Bois-Reymond lo designaron para una cátedra en la Technische Hochschule Charlottenberg en Berlín. Aunque du Bois-Reymond tenía buenas relaciones con Weierstrass y ambos compartían muchos intereses matemáticos similares, incluso las preocupaciones por el rigor, no se podía decir que lo mismo se daba con los miembros de la escuela de Weierstrass con quienes estas relaciones eran tensas. En particular, du Bois-Reymond y Schwarz no se mostraban agradados uno con el otro.

El trabajo de du Bois-Reymond fue casi exclusivamente en el cálculo, en ecuaciones diferenciales parciales en particular y en funciones de una variable real. Con la técnica estándar para resolver ecuaciones diferenciales parciales utiliza las series de Fourier, pero Cauchy, Abel y Dirichlet señalaron los problemas relacionados con la convergencia de las series de Fourier de una función arbitraria. En 1873 du Bois-Reymond fue la primera persona en dar un ejemplo de una función continua, cuya serie de Fourier diverge en un punto. Quizás lo que fue aún más sorprendente, es que la serie de Fourier de la función de du Bois-Reymond diverge en un denso conjunto de puntos. El importante trabajo *Eine neue Theorie der Convergenz und Divergenz von Reihen mit positiven Gliedern* ("Una nueva teoría de la convergencia y divergencia de series con términos positivos" condujo a una creciente comprensión de todo el concepto de una función.

Du Bois-Reymond publicó un ejemplo de una función continua no diferenciable en 1875. Se inspiró en una función similar encontrada por Weierstrass en 1872 pero quien no la publicó sino mucho más tarde. Con este ejemplo contradijo la intuición de la mayoría de los matemáticos, porque generalmente se creía que una función continua era diferenciable por todas partes excepto en puntos especiales. Du Bois-Reymond escribió:

> *Me parece que la metafísica de la función de Weierstrass aún esconde muchos acertijos y no puedo evitar pensar que finalmente nos llevará a los límites de nuestro intelecto entrar más profundamente en la materia.*

Aunque no hay evidencia clara que Cantor se guió para su "argumento diagonal" por el trabajo de du Bois-Reymond, hay pruebas claras de que du Bois-Reymond esencialmente había encontrado el argumento diagonal en 1875. Aunque Cantor demostró que los números verdaderos son incontables un año antes, no estuvo claro en cuanto a lo del argumento diagonal sino hasta algunos años más tarde.

En 1880 du Bois-Reymond señaló la importancia de que para ninguna parte densa se establece que no pueden ser adecuadamente cubierta. Cantor escribió en 1883:

> *En la investigación de du Bois-Reymond sobre generalizaciones de teoremas de integración, ésos conjuntos de puntos son utilizados porque tienen la propiedad de que pueden ser cubiertos por un número finito de intervalos para que la suma de todos los intervalos sea más pequeña que una cantidad determinada arbitrariamente.*

Du Bois-Reymond publicó *Die allgemeine Functionentheorie* en 1882.

Es un trabajo notable en muchos sentidos, aunque su significado no fue apreciado plenamente en aquel momento. En este trabajo se afirmaba que hay muchos resultados matemáticos importantes los cuales nunca serán demostrado si son verdaderos o falsos, pero no se intente poner esta afirmación en un ambiente formal. También en este libro él discutió los números verdaderos, el continuo y el espacio:

> *La concepción del espacio como estático e inmutable nunca puede generar la noción de una claramente definida, línea uniforme de una serie de puntos sin embargo densa, para, después de todo, son puntos desprovistos de tamaño y por lo tanto, no importa cuán densa puede ser una serie de puntos, nunca no puede convertirse en un intervalo, el cual siempre debe considerarse como la suma de los intervalos entre puntos.*

Él creyó que era una completa comprensión del continuo más allá de las capacidades de los matemáticos. Sin embargo había desarrollado ya una teoría de infinitesimales en *Über die Paradoxen des Infinitär-Calcüls* ("De las paradojas del cálculo infinitesimal") en 1877. Sobre esto, Escribe:

> *Lo infinitamente pequeño es una cantidad matemática y tiene todas sus propiedades en común con lo finito... La creencia en lo infinitamente pequeño no triunfa fácilmente. Sin embargo cuando uno piensa en negrilla y libremente, la desconfianza inicial pronto se convertirá en una certeza agradable... La mayoría de las personas más educadas admitirá un infinito en el espacio y el tiempo y no sólo un "ilimitadamente grande". Pero solamente con dificultad creerán en lo infinitamente pequeño, a pesar del hecho que lo infinitamente pequeño tiene el mismo derecho a la existencia como lo infinitamente grande...*
>
> *Era la vista del cielo estrellado lo que le faltaba a la humanidad; había surgido la carrera y se desarrolló como cavernícolas en espacios cerrados; tenían a sus estudiosos, quienes en lugar de vagar telescópicamente a través de los lugares distantes del universo, sólo buscaban a los componentes más pequeños de la forma y lo utilizaron en sus pensamientos para avanzar en el infinito en la dirección de lo infinitamente pequeño: ¿quién dudaría entonces que lo infinitamente pequeño tiene ahora lugar en nuestro sistema de conceptos al igual que lo hace lo infinitamente grande? ¿Además, no es un intento de regresar a los elementos activos más pequeños cuando hace mucho tiempo la mecánica se introdujo en la ciencia del átomo, la encarnación de lo infinitamente pequeño? ¿Y no es acaso como el hábil intento de siempre de hacer superfluo para la física enfrentar con certeza el mismo destino que la batalla de Lagrange contra el diferencial?*

Aunque nunca se le consideró un matemático de primer rango, no obstante las contribuciones de du Bois-Reymond durante la década de 1870 y a principios de los años 1880 fueron altamente significativas. Una lista de algunos de los trabajos de la década de 1870: *Notiz über einen Cauchy'schen Satz, die Stetigkeit von Summen unendlicher Reihen betreffend* (1871); *Die Theorie der Fourier'schen Integrale und Formeln* (1871); *Über asymptotische Werthe, infinitäre Approximationen und infinitäre Auflösung von Gleichungen* (1875); *Zusätze zur Abhandlung: Untersuchungen über die Convergenz und Divergenz der Fourier'schen Darstellungsformeln* (1876); *Notiz über infinitäre Gleichheiten* (1876); *Zwei Sätze über Grenzwerthe von Functionen zweier Veränderlichen* (1877); *Note über die Integration totaler Differentialgleichungen* (1877); *Notiz über Convergenz von Integralen mit nicht verschwindendem Argument* (1878); and *Über Integration und Differentiation infinitärer Relationen* (1879).

Como Novy escribe en la referencia [1]:

> *El trabajo de du Bois-Reymond estaba dirigido a las cuestiones básicas del análisis matemático de la época y está marcado tanto por la personalidad del autor como por el estado de las matemáticas de esa época.*

**Referencias.-**


1. L Novy, Biography in *Dictionary of Scientific Biography* (New York 1970-1990). http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830901236.html

**Libros:**

2. G H Hardy, *Orders of infinity : the 'Infinitärcalcül' of Paul du Bois-Reymond* (Cambridge, 1910, reprinted 1971).

**Artículos:**

3. G Fisher, The infinite and infinitesimal quantities of du Bois-Reymond and their reception, *Arch. Hist. Exact Sci.* **24** (2) (1981), 101-163.
4. Ju F Kosolapov and V S Sologub, Du Bois-Reymond's works on the theory of partial differential equations (Ukrainian), *Narisi Istor. Prirodoznav. i Tekhn.* **24** (1978), 3-11.
5. H Weber, Paul du Bois-Reymond, *Mathematische Annalen* **35** (1890), 457-462.


**Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre "PAUL DU BOIS-REYMOND" (Diciembre 2005). Fuente: MacTutor History of Mathematics [http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/biographie/Du_Bois-Reymond.html].**

**Aportes al conocimiento**

# *Elementos Básicos del Cálculo Diferencial* (11)

Por: Prof. Rafael Ascanio Hernández - Prof. Próspero González Méndez

## ÍNDICE.-

RELACIONES Y FUNCIONES.
- Noción de Relación y de Función.
- Definiciones de Función y Relación.
  - Definición como regla o norma.
  - Definición como conjunto.
  - Formas usuales de especificar relaciones y funciones.
  - Prueba de la recta vertical para determinar si una gráfica corresponde a una función.
  - Relaciones especificadas mediante ecuaciones.
  - Convención sobre Dominio y Rango.
- Ecuaciones y funciones. Ejercicios resueltos.
- Notación de funciones.
- Álgebra de funciones.
  - Operaciones algebraicas entre funciones.
- Ejercicios propuestos.

## RELACIONES Y FUNCIONES.-

**Noción de Relación y de Función.-**

Consideremos los siguientes ejemplos.

a) A cada persona le corresponde una edad.
b) A cada número le corresponde un cubo.
c) A cada círculo le corresponde un área.
d) A cada número real le corresponden dos raíces cuadradas.

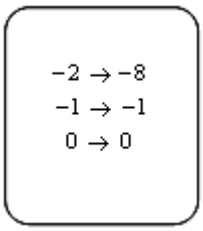
¿Qué tienen de común estos ejemplos? De forma evidente, cada uno se refiere a la asociación que existe entre *todos* los elementos de un *primer conjunto* con los elementos de un *segundo conjunto*.

A la totalidad de los elementos del primer conjunto se le llama ***Dominio***. Al conjunto formado por los elementos del segundo conjunto asociados con los del primero, se le llama ***Rango***.

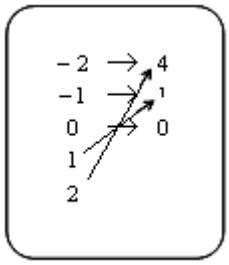
**Definiciones de Función y Relación.-**

Veamos la siguiente tabla:

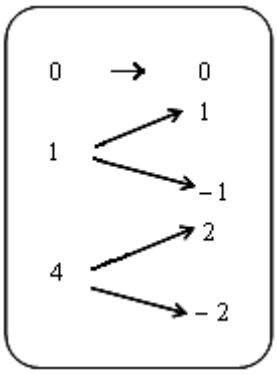
**Relación 1 (R1)**
Dominio Rango
(número) (cubo)




**Relación 2 (R2)**
Dominio Rango
(número) (cuadrado)




**Relación 3 (R3)**
Dominio Rango
(número) (raíz cuadrada)




La **R1** y la **R2** son funciones, y la **R3** no. ¿Por qué? (¿Cuáles son sus características?).

Para dar respuesta a estas interrogantes, enunciemos las siguientes definiciones:

**Definición como Regla o Norma:**

Una ***relación*** es una regla (proceso o método) que produce una correspondencia entre un primer conjunto de elementos llamado DOMINIO y un segundo conjunto de elementos llamado RANGO, de tal manera que a cada elemento del dominio le pueda corresponder uno o más elementos del rango.

Una ***función*** es una relación en la que se agrega la siguiente restricción: A cada uno de los elementos del dominio le corresponde uno y solo uno de los elementos del rango.

**Toda función es una relación pero no toda relación es función.**

Dado que tanto en una relación como en una función los elementos del dominio y del rango forman parejas, entonces pueden representarse como conjuntos de *pares ordenados*, donde los elementos del dominio ocuparán el lugar de las *primeras componentes* y los del rango el de las *segundas componentes*.

Así que para el ejemplo anterior, se tiene:

**R1** = {(0,0); (-2, -8); (-1, 1)}

**R2** = {(-2,4); (-1,1); (0,0); (1,1); (2,4)}

**R3** = {(0,0); (1,1); (1,-1); (4,2); (4,-2); (9,3); (9,-3)}

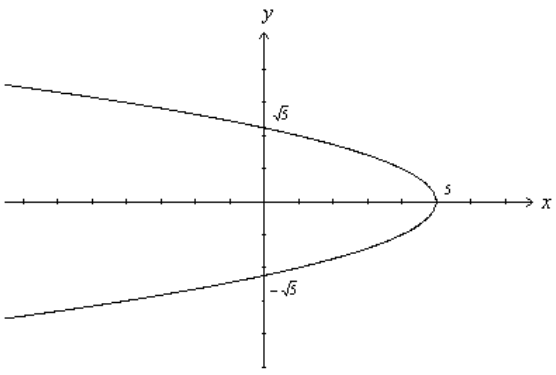
**Definición como Conjunto:**

Una ***relación*** es cualquier conjunto de parejas ordenadas de elementos.

Una ***función*** es una relación con la restricción siguiente: Dos parejas ordenadas distintas no pueden tener el mismo primer componente. El dominio queda restringido al conjunto de las primeras componentes de las parejas ordenadas y el rango es el conjunto de las segundas componentes.

**Formas usuales de especificar Relaciones y Funciones.-**

Se utilizan cuatro métodos: Ecuaciones, Tablas, Conjuntos de Pares Ordenados y Gráficas. Veamos ilustraciones y ejemplos de los mismos:

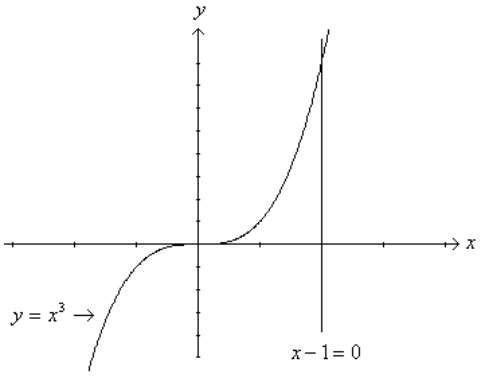
| **Método** | **Ilustración** | **Ejemplo** |
|---|---|---|
| Ecuación | $y = x^2 - x; \quad x \in R^*$ | $x = -1 \quad \rightarrow \quad y = 2$ |
| Tabla | <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>m</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>n</td><td>1</td><td>8</td><td>27</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | $m = 2 \quad \rightarrow \quad n = 8$ |
| Conjunto de parejas ordenadas de elementos | $a)\ \{(1,1);(2,8);(3,27)\}$<br>$b)\ \{(x,y)/\, y = x^3,\ x \in R\}$ | $3 \rightarrow 27$<br>$x = -2 \rightarrow y = -8$ |
| Gráfica |  | $x = 0 \quad \rightarrow \quad y = \pm 2$ |

¿Cuál de estos ejemplos no es función?

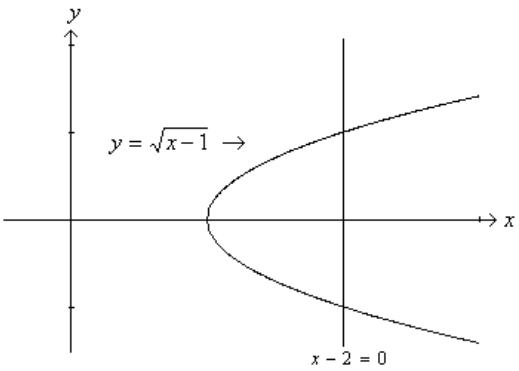
**Prueba de la recta vertical para determinar si una gráfica corresponde a una función.-**

Una relación es una función si cualquier recta vertical trazada sobre su gráfica la corta en un solo punto. Si la corta en dos o más puntos, la relación no es función.

Ejemplos:




Es función. La recta vertical $x - 1 = 0$ toca en un solo punto a la gráfica de la relación $y = x^3$.




No Es función. La recta vertical $x - 2 = 0$ toca en dos puntos a la gráfica de la relación $y = \sqrt{x-1}$.

**Relaciones especificadas mediante ecuaciones.-**

Si se tiene la siguiente expresión: $y = x^2 - x \quad \wedge \quad x \in R$, la misma corresponde a representar mediante una ecuación la relación que existe entre la *"x"* y la *"y"*. Se interpreta así: Dado un valor para *"x"*, podemos obtener valores para *"y"*.

Ejemplos:

$a)\ x = 2 \rightarrow y = 2$

$b)\ x = -3 \rightarrow y = 12$

Es usual nombrar a la *"x" variable independiente* y a la *"y" variable dependiente*.

**Convención sobre dominios y rangos.-**

Si una función está especificada mediante una ecuación y no se indica el dominio, debemos asumir que este es igual al conjunto de los *números reales* **R**. El rango será el conjunto de valores que se obtengan.

**ECUACIONES Y FUNCIONES.-**

Cuando en una ecuación de dos variables, por cada valor de la variable independiente le corresponde precisamente uno y solo un valor a la variable dependiente, entonces podemos afirmar que la ecuación determina una función. Si le corresponde más de un valor, entonces la ecuación simplemente representa una relación.

**Ejercicios resueltos:**

**1.- Si *f* está definida por $y = x^3 - 2$, compruebe si la misma corresponde a una función.**

**Solución:**

Cualquier número real sirve para comprobar, por ejemplo, *x* = 0,5:

$$f : y = x^3 - 2 \quad \Rightarrow \quad y = 0{,}5^3 - 2 = 0{,}125 - 2 = -1{,}875$$

Como a partir de un solo valor de *x* se obtiene un solo valor de *y*, la ecuación **representa** una **función**.

**2.- Sea la relación $g$ definida por la ecuación $y^2 = x+1$. ¿Corresponde a una función?**

**Solución:**

Para obtener valores de *y*, procedamos a despejarla de la ecuación:

$$g:\ y^2 = x+1 \quad \Rightarrow \quad y = \pm\sqrt{x+1}$$

Los valores de *x* deben ser de tal forma que el radicando no resulte negativo. Como ejemplo, consideremos *x* = 8:

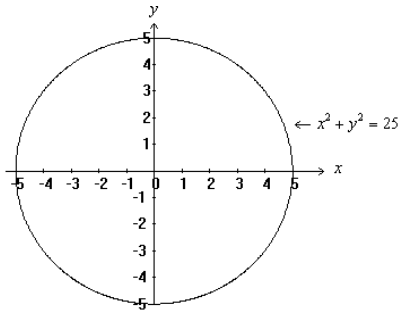
$$y = \pm\sqrt{8+1} = \pm\sqrt{9} = \pm 3$$

Como a partir de un solo valor de *x* se obtienen dos valores de *y*, la ecuación **no representa** una **función**.

**3.- Dada la relación *h*, definida por la ecuación $x^2 + y^2 = 25$, determine si corresponde o no a una función.**

**Solución:**

La ecuación $x^2 + y^2 = 25$ corresponde a la gráfica de una circunferencia con centro en el origen de coordenadas y radio igual a cinco:




Existen *x* en el intervalo $[-5,5]$ que determinan dos valores para *y*. La ecuación **no representa** una **función**.

**NOTACIÓN DE FUNCIONES.-**

Si la función $f$ está definida por la ecuación $y = 2x+1$, la misma puede expresarse así: $f(x) = 2x+1$. En este caso, *"x"* representa a elementos del dominio y *"f(x)"* representa a elementos del rango; siendo entonces que el par ordenado $(x,\ f(x))$ pertenece a la función como conjunto.

$$f: x \to f(x) \quad \Rightarrow \quad [x,\ f(x)] \in f$$

**Ejemplos:**

$a)\ x = 3 \to f(3) = 2\cdot 3 + 1 = 7 \quad \Rightarrow \quad (3,7) \in f$

$b)\ x = -8 \to f(-8) = 2\cdot(-8) + 1 = -15 \quad \Rightarrow \quad (-8,-15) \in f$

En consecuencia, podemos hacer las siguientes notaciones:

$a)\ \ g: y = x^2 + 2x - 3 \quad \Rightarrow \quad g(x) = x^2 + 2x - 3$

$b)\ \ h: y = 1 - 2x \quad \Rightarrow \quad h(x) = 1 - 2x$

$c)\ \ v: y = (2-x)^2 \quad \Rightarrow \quad v(x) = (2-x)^2$

$d)\ \ f: w = 4t^2 - t + \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad f(t) = 4t^2 - t + \frac{1}{2}$

**ÁLGEBRA DE FUNCIONES.-**

Se conoce como Álgebra de funciones al conjunto de operaciones de suma, resta, multiplicación y división que se pueden realizar con funciones, las cuales se resumen a continuación.

**Operaciones Algebraicas entre funciones:**

Suma algebraica: $F(x) = (f \pm g)(x) = f(x) \pm g(x)$

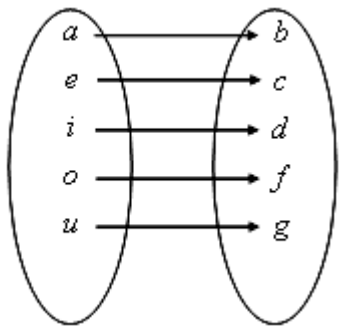
Producto: $F(x) = (f \cdot g)(x) = f(x)\cdot g(x)$

$$\text{Cociente}\ :\ F(x) = \left(\frac{f}{g}\right)(x) = \frac{f(x)}{g(x)}, \quad g(x) \neq 0$$

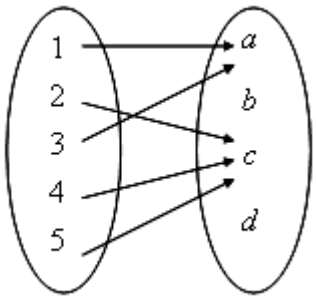
**EJERCICIOS PROPUESTOS.-**

**I.- ¿Cuáles de las siguientes relaciones, representadas en Diagramas de Venn, corresponden a funciones? Justifique su respuesta:**

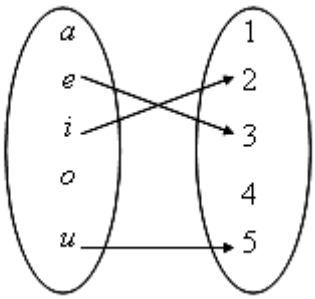
**1)**



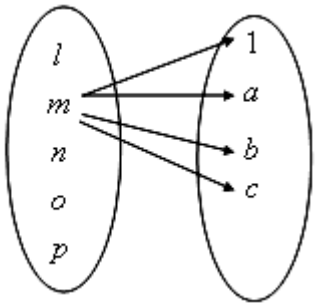

**2)**



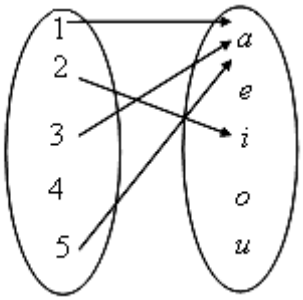

**3)**



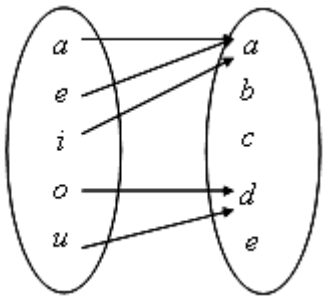

**4)**




**5)**




**6)**




**II.- Determinar cuáles de las siguientes relaciones son funciones:**

1) “Toda persona tiene asignado un número de Cédula de Identidad”.
2) “Un número de Cédula de Identidad le corresponde a una sola persona”.
3) “A cada persona se le asigna un peso”.
4) “Por cada automóvil hay un número de placa”.
5) “Para cada ser humano existe una sola edad”.
6) “Una edad corresponde a un solo ser humano”.

# HISTORIA DE LA FÍSICA (Parte IV)

**Versión Basada en el libro "Historia de tres ciencias básicas"; Autores: Rolando Delgado y Francisco A. Ruiz**

**Actualizado en Abril de 2007. ISBN 959-257-044-2. Editorial Universidad de Cienfuegos.**

## Ideas físicas en el Medioevo y en el Renacimiento



El período histórico que se pretende abarcar a continuación comprende los casi diez siglos de vida del régimen medieval europeo desde que se produce el proceso de disolución del imperio romano en Occidente a fines del siglo V hasta mediados del XV en que viene surgiendo, empujado por importantes transformaciones económicas, el llamado Renacimiento. En este recorrido se incluirán los principales hitos relacionados con el ámbito de la Física en el escenario europeo, los brillantes logros de la cultura islámica, los legados fundamentales del mundo oriental, y las sobresalientes realizaciones del período clásico de las culturas precolombinas de esta época.

En torno a la decadencia del imperio romano y al proceso de conversión de Roma al cristianismo, surge la figura de Agustín de Hipona (354 – 430), oriundo de la colonia romana de Numidia en el norte africano, santificado por la Iglesia Católica, que intenta ofrecer una primera visión filosófica del cristianismo. Las fuentes que nutren su doctrina son principalmente el escepticismo y el neoplatonismo. La influencia del cristianismo sobre el lento desarrollo del conocimiento científico europeo en esta etapa se explica atendiendo a los nuevos esquemas de pensamiento que esta religión portaba y a los intereses que defendía la nueva estructura del poder eclesiástico. Las principales preguntas y cuestionamientos que se hicieron los pensadores anteriores quedarían encadenadas por el dogma de la fe.

Hasta el cierre definitivo de la Academia en el siglo VI por el emperador Justiniano (482- 565), la pálida producción del conocimiento filosófico de la época se asocia a la traducción de clásicos y al replanteamiento de las ideas contenidas en los sistemas de Platón y Aristóteles.

No obstante se destaca en los primeros momentos del Medioevo, el filósofo y estadista romano Boecio (47? – 525), quien no sólo escribe numerosas traducciones y comentarios de la obra aristotélica sino que aborda con notable originalidad en su tratado de lógica, el problema del grado de realidad o significación atribuible a "los géneros y las especies", con lo cual inaugura el examen de las dos corrientes epistemológicas, realismo y nominalismo, cuya controversia alimenta el pensamiento filosófico en siglos posteriores.



*La doctrina de Agustín, cuando admite que el entendimiento filosófico no niega la fe religiosa sino que puede fortalecerla, deja un espacio para el desarrollo de una filosofía natural, pero históricamente esta posibilidad no cristalizó. Por el contrario, poderosos intereses pretendieron que el hombre cristiano se preocupara más por su alma eterna que por sus relaciones con los fenómenos naturales y la posible penetración en la esencia de los mismos mediante el estudio y el razonamiento.*

*Agustín arriba a Roma con 29 años, recibe el bautismo a los 33 de manos del Obispo de Roma, Ambrosio (más tarde canonizado por la Iglesia), y ocho años después es designado Obispo de Hipona, convirtiéndose en uno de los doctores de la Iglesia, y desempeñando un importante papel en los primeros momentos de la edificación de la Iglesia Católica Romana.*

**Imagen: http://es.wikipedia.org/wiki/Prisciliano**

Una extensa compilación del conocimiento de la época, que es ampliamente difundida a lo largo de siglos y tiene por tanto el mérito de al menos conservar, en forma latente, el pensamiento avanzado de la cultura greco-latina es acopiada en la obra "Etimologías" escrita en 623 por Isidoro de Sevilla (c. 560-636). Brillante exponente de estos tiempos, Isidoro (canonizado por la Iglesia Católica) como arzobispo de Sevilla, presidió el famoso IV Concilio de Toledo de 633 que decretó el establecimiento de escuelas en todas las catedrales. Se antecedió así casi en un par de siglos a la ordenanza de Carlomagno, pero antes el reino visigodo de Toledo debilitado por las disensiones internas que se oponían a la unificación arropada por la conversión al cristianismo, pereció ante el empuje árabe en 711.

Un momento de progreso cultural en el escenario europeo viene dado a fines del siglo VIII, por lo que algunos consideran como revolución educativa impulsada por el rey de los francos, coronado como emperador en el 800 por el papa León III (c.750 – 816), Carlomagno (742 – 814). Este emperador, ordenó en su vasto dominio, la creación de escuelas anexas a las catedrales e iglesias de las poblaciones más importantes destinadas a enseñar rudimentos de lectura, aritmética y gramática. Si embargo hasta bien entrado el siglo XI no existía una educación que pudiera salir de un nivel elemental. El imperio carolingio representó una etapa en la integración de las culturas germánica, romana y cristiana, que con el tiempo resultó una de las savias fundamentales de la civilización europea.

Otro proceso político que representa un hito en la configuración de un escenario cultural europeo fue la instauración del nuevo imperio de Occidente que cristaliza con la coronación del rey de Germania Otón I (912 – 973) por el Papa Juan XII, el papa niño, (937 – 964). Quedaba entonces constituida una entidad política, siglos más tarde llamada Sacro Imperio Romano Germánico, que con períodos de centralización y debilitamiento y contradicciones entre autoridad imperial y papal, sobreviviría poco más de un milenio.

En los siglos XI – XIV corre la época del florecimiento del feudalismo en Europa. Crecen las ciudades y se desarrollan las relaciones monetario-mercantiles. En particular el siglo XII marca un reencuentro con el saber antiguo. Se advierte una reactivación de los viajes y el auge de relaciones comerciales estrechas entre el occidente y el oriente. La naturaleza de los contactos con el Oriente tiene otra expresión en las Cruzadas que se iniciaran con la proclama lanzada por el papa Urbano II (c1040 – 1099) en 1095 y en la reconquista que llevan a cabo los cristianos españoles de los territorios perdidos ante el Islam.



*La obra de Pedro Abelardo trasciende por su avanzado contenido epistemológico, pero su vida, llena de poesía, se filtra por el camino de la inmortalidad, como un ejemplo de amor imposible, en sus Cartas a Eloísa. De otra parte, debió sufrir la condena en 1140 de un concilio católico por el peligro que representaba para los dogmas de la fe las enseñanzas racionalistas y el método dialéctico que preconizaban sus obras. Los restos de Abelardo y Eloísa yacen para siempre juntos en un cementerio de París.*

**Imagen: http://www.ucm.es/info/especulo/numero33/escrimed.html**

La filosofía escolástica es hija de este período histórico y está signada por la esterilidad que deriva de fijar como objetivo último de su estudio armonizar la filosofía y la ciencia aristotélica con el contenido sobrenatural de la revelación cristiana, dejando poco espacio al conocimiento y la explicación de nuevos hechos.

De cualquier modo, el lado productivo del escolasticismo se advierte en la obra de figuras como Pedro Abelardo (1079 – c. 1142) cuya principal tesis dialéctica, presentada en Sic et Non (c. 1123), consiste en la consideración de la verdad como fruto del análisis riguroso de los diferentes aspectos de una cuestión. Abelardo se aparta de las posiciones extremas en el debate entre nominalismo y realismo, negando por una parte el legado platónico de los universales como categorías que existan antes y fuera de la mente y rechazando por otra la tesis reduccionista de que las abstracciones, conocidas como universales, carecen de una realidad esencial o sustantiva, pues tan sólo los objetos individuales tienen una existencia real. Su teoría es un paso definitivo hacia el realismo moderado que alcanza su visión más acabada en la posición epistemológica de Tomas de Aquino (1225 – 1274).

Aquino, la figura más importante de la filosofía escolástica, santificado por la Iglesia Católica, discípulo de Alberto Magno y profesor de la Universidad de París en 1252, acepta la verdad contenida en la experiencia sensible cuando se hace inteligible por la acción del intelecto, intenta justificar la aprehensión de las realidades inmateriales por parte del raciocinio, y rebate la existencia por sí misma de los universales con independencia del pensamiento humano. Al defender la teoría aristotélica que considera la percepción como el punto de partida y la lógica como el procedimiento intelectual para llegar a un conocimiento fiable de la naturaleza, deja abierta la puerta hacia el conocimiento científico.

En el área de las matemáticas una manifestación importante de transmisión cultural se da a inicios del siglo SXIII cuando el pisano Leonardo Fibonacci (1170 -1240) introduce el sistema arábigo en Europa, el cual solo pudo ser difundido con la posterior invención de la imprenta. Hijo de un comerciante se motivó por los estudios matemáticos en sus viajes comerciales con el Oriente.



*Las primeras universidades europeas se fundan en el siglo XII. Su misión, acorde con los aires de la época, fue servir de marco institucional para la expansión de los conocimientos. De cualquier modo el curriculum universitario nace dominado por la subordinación de la filosofía a la teología y por el Trivium de la Teología, el Derecho y la Medicina. Entre ellas la medicina sería durante siglos la aliada natural del desarrollo de las ciencias naturales. En particular representó la cantera de célebres "doctores" que iniciarían el desarrollo de la alquimia europea. La Facultad de Artes nace en París en el siglo XIII y en Bolonia, la primogénita, se forman Dante, Petrarca y Tasso…*

Los constantes intercambios de Fibonacci con gente del Maghreb y de Constantinopla le relacionaron con el sistema numérico indoarábigo y descubrió sus enormes ventajas prácticas sobre los números romanos que aún se empleaban comúnmente en Europa Occidental. Su libro Liber Abaci, publicado en 1202, fue una especie de manual de álgebra para usos comerciales. La mayoría de sus técnicas de resolución están basadas en los trabajos algebraicos de al-Khwarizmi. Fibonacci ha sido considerado un iniciador de los maestros del ábaco, expertos en Álgebra práctica y aritmética, que se difundieron en Italia durante el siglo XIV y precursor del renacimiento en las Matemáticas representado por las obras de Niccolo Fontana (ca. 1500-1557), alias Tartaglia, y Gerolamo Cardano (1501-1576).

Es en este contexto histórico que se fundan las primeras universidades europeas con el propósito de servir de instrumento para la expansión de los nuevos conocimientos y transmitir la herencia cultural a las nuevas generaciones. En el trivium de Teología, Derecho y Medicina que dominara el currículo universitario, la Medicina se erigía como la disciplina que demandaba el desarrollo de estudios experimentales. Pronto, célebres "Doctores" serían los impulsores del nuevo naturalismo europeo.

En el campo de las innovaciones prácticas el escenario europeo va a ser testigo en el siglo XII de la difusión de los molinos de viento. Estas maquinarias representaron un logro de la cultura persa hacia el siglo VI dC y pronto se extendieron a China y el Oriente Próximo. El aprovechamiento de la energía de los vientos se remonta al Egipto Antiguo cuando se inicia la navegación marina a vela. Pero estos artefactos con el movimiento circular de sus aspas, que ha impresionado siempre los sentidos humanos, se encargaban de cumplir dos importantes funciones: bombear agua para el riego o moler granos. Miguel de Cervantes inmortalizó su imagen con el duelo sostenido entre el enfebrecido Don Quijote y los enemigos gigantes en su fundacional obra del siglo XVII.

Un exponente de esta fecunda época en que los vasos comunicantes con la cultura árabe propician el desarrollo del conocimiento científico lo es Alberto Magno (1200 – 1280), santificado por la Iglesia Católica y titulado patrón de todos los que estudian ciencias naturales. Reconocido como uno de los naturalistas más importantes del siglo XIII, estudia en Padua y ejerce el profesorado en la Universidad de París, recorre toda Europa en sus misiones sacerdotales y así traba conocimiento de la producción científica árabe y de los clásicos griegos.



*Roger Bacon representa uno de los primeros científicos que defiende el método experimental como base auténtica del conocimiento. Su rechazo a la autoridad de lo ya escrito y a favor de la observación rigurosa le confiere a sus ideas un contenido revolucionario que le hacen correr una suerte bien distinta a la de su contemporáneo Alberto Magno. En 1278, el que fuera más tarde Papa Nicolás IV (1227 – 1292) prohibió la lectura de sus libros y ordenó su encarcelamiento que se extendió durante 10 años. Su obra mayor Opus Malus se editó y publicó sólo en el siglo XVIII.*

**Imagen: www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Bacon.html**

En el terreno filosófico se distingue Alberto Magno como uno de los artífices de la doctrina de "la doble verdad". La solución al debate entre la razón y la fe debió pasar por el filtro ideológico que admitiera al hombre la posibilidad y capacidad de estudiar el escenario natural creado por Dios, abriendo un espacio a la "filosofía de la naturaleza". De cualquier manera, no cesaría la censura del poder eclesiástico que obstaculizó el desarrollo y en ocasiones condujo a sanciones de prisión y horrendos crímenes. Alberto se identifica con la decantación en el estudio inicial de la Zoología de los elementos de superstición y prejuicios religiosos que empañaban su conocimiento.

Uno de los iniciadores del trabajo científico y de las producciones teóricas a partir de traducciones de fuentes griegas y árabes en la Universidad de Oxford, fue Robert Grosseteste (c.1175 -1253). Grosseteste trabajó en Geometría, Óptica y Astronomía, campos en los cuales escribió numerosos tratados. Entre sus geniales atisbos se reconocen su comprensión de que el espacio hipotético en el que Euclides imaginó sus figuras era el mismo dondequiera y en cualquier dirección; su noción sobre la refracción de la luz por una esfera llena de agua; y su predicción de que la Vía Láctea era el resultado de la fusión de la luz de muchas pequeñas estrellas cercanas. Especial relevancia tienen sus trabajos en Óptica con lentes y espejos, donde vislumbra la posibilidad de los inventos que debieron esperar varios siglos como el telescopio y el microscopio. Contó entre sus discípulos a Roger Bacon (1212 - 1294) quién heredó de su maestro la concepción de que la experimentación debe usarse para verificar la teoría mediante la comprobación de sus consecuencias.

El monje franciscano Roger Bacon constituye un segundo representante sobresaliente del despegue de la ciencia "natural" en Oxford. Estudia primero en Oxford y luego en la Universidad de París donde llega a ser profesor. Sus escritos incluyen temas sobre óptica (entonces llamada "perspectiva"), matemáticas, química, astronomía, las mareas y la reformulación el calendario. Su habilidad en el uso de instrumentos ópticos y mecánicos hizo que algunos de sus contemporáneos lo consideraran un hechicero. Bacon estaba familiarizado con las propiedades de los espejos, conoció los poderes del vapor y de la pólvora, fabricó un instrumento muy parecido al telescopio moderno y utilizó lentes de aumento para la ampliación de la imagen. En 1278 Bacon fue hecho prisionero en el Convento de Ancona en Italia, bajo el cargo de enseñar novedades sospechosas. Sus últimos escritos, compilados en 1293 en Compendium studii theologiae, demuestran que hasta el último momento, aún después de sufrir 12 años de prisión y aislamiento, defendió sus puntos de vista sobre la importancia de la experiencia en la construcción del conocimiento científico.



*El enigma del arco iris sobre la bóveda celeste atrajo la atención de los sabios desde Aristóteles en "Metereologica" hasta Robert Grosseteste (c.1175 -1253) en su "De Natura Locorum". Pero corresponde al monje dominico alemán Teodorico de Freibourg (c. 1250-1310) en su trabajo "De Iride" (Sobre el Arcoiris, 1304 - 1310) el mérito de desarrollar un escrupuloso trabajo experimental así como un reconocimiento a cuáles fueron los antecedentes en esta materia y cuáles sus ideas propias en el intento de explicar el problema del origen del color, su muy particular geometría y el orden en que se disponen los colores durante la aparición del arco iris primario. Aunque su interpretación teórica de los hechos experimentales es básicamente errónea, el prototipo de experimento controlado que desarrolla se anticipa a los modelos de simulación que caracterizan a la metodología de investigación moderna. Más de tres siglos después, Descartes (sin hacer referencias al trabajo de Teodorico, a pesar de que las copias de sus trabajos trascendieron hasta esta época según testimonios existentes) retoma el problema del arco iris en Les Metgores (1637) haciendo una contribución original a la teoría del fenómeno.*

**Imagen: http://www.tahoetwisters.com/NaturePhoto/LargePhotos/lg_double_rainbow2.jpg**

Una de las predicciones de Bacon en el campo de la Óptica, el empleo de lentes de aumento para la fabricación de gafas, se materializa hacia la segunda mitad del siglo XIII. Fueron artesanos italianos los primeros en fabricar espejuelos al lograr, trabajando lentes convexas, un correcto ajuste en la visión de los ojos. La invención se la disputan Salvino D´Armate de Pisa y Alessandro Spina de Florencia. Las lentes cóncavas para el ajuste de ver de cerca (miopía) no fueron inventadas hasta el siglo XV. Otra notable sugerencia de Bacon relacionada con poner la alquimia al servicio de la preparación de medicinas representaba fortalecer la función de las boticas galénicas del Medioevo.
La mecánica de la palanca y la composición del movimiento de un cuerpo aparecen desarrolladas en sus fundamentos básicos por el físico-matemático germano Jordanus de Nemore (1225 - 1260). Jordanus fue considerado como uno de los filósofos naturales más prestigiosos del siglo XIII. Es considerado el fundador de la estática medieval (rama de la física que estudia los cuerpos en reposo o en movimiento no acelerado). Jordanus fue el primero en formular correctamente la ley del plano inclinado. Si en el campo de las matemáticas su obra De numeris datis representa el primer libro de álgebra avanzado escrito en Europa después de Diofantus, en el ámbito de la Estática sienta cátedra con su libro De ratione ponderis. Su vida se abrevia al morir prematuramente de regreso de un viaje a Tierra Santa en plena mar.

En el siglo XIII, el científico polaco Witelo de Silesia (1230 - 1275), escribió un exhaustivo tratado de 10 volúmenes sobre Óptica que sirvió como texto clásico sobre esta materia hasta el siglo XVII. Se piensa que debe haberse completado alrededor de 1270 y conforme a la época este texto fue copiado y circulado en forma manuscrita. El manuscrito original no se ha preservado pero una edición del texto publicado por Regiomontanus (1436 – 1476) fue impresa como un libro a mediados del siglo XVI. Muchos estudiosos defienden que "Perspectiva" está basada, por lo menos en parte, en la traducción griega de los trabajos del estudioso árabe Alhazen (965-1040) pero este es un punto controvertido.




*En 1269 Pierre de Maricourt, más conocido por Petrus Peregrinus o Pedro el Peregrino, formaba parte del ejército francés que sitiara a la ciudad italiana de Lucerna. Encargado de fortificar las posiciones, minar el campo, y construir maquinas para lanzar piedras y artefactos incendiarios, en el tiempo libre se ocupaba de intentar resolver el problema del movimiento perpetuo y con este propósito diseñó un diagrama para mostrar como una esfera podría moverse sin detenerse bajo la acción permanente de un intenso campo magnético. Condenado finalmente al fracaso en su empeño de producir la máquina del movimiento perpetuo, mostró una notable previsión anticipándose a los principios del funcionamiento de un motor eléctrico.*

*Su "Epistola de Magnete", trabajo pionero en el estudio experimental del comportamiento de los imanes mereció de Roger Bacon la consideración de Petrus como el científico experimental más grande de su tiempo y un verdadero maestro de todas las artes técnicas conocidas en aquel momento. Sin embargo, su obra más tarde pasó inadvertida hasta que llamó la atención tres siglos después del investigador inglés William Gilbert.*

**Imagen: http://www.tahoetwisters.com/NaturePhoto/LargePhotos/lg_double_rainbow2.jpg**

No hay dudas de que muchas de las ideas propuestas por ambos fueron similares. Por ejemplo tanto Witelo como Alhazen rechazaron la común percepción de estos tiempos de que los rayos luminosos eran emitidos desde los ojos, en su lugar sugirieron que los ojos eran pasivos recibidores de la luz reflejada desde otros objetos. Sin embargo tal paralelismo no significa necesariamente que uno copiara del otro, y el debate alrededor de la cuestión llega hasta nuestros días. Entre otros tópicos tratados en Perspectiva, Witelo considera cuidadosamente la refracción a través de sus observaciones, notando que el ángulo de refracción (ángulo desviado) no es proporcional al ángulo incidente, aunque el no fuera consciente del fenómeno conocido hoy como reflexión total interna. También explicó un método para producir espejos parabólicos a partir de hierro. El trabajo de Witelo sobre Óptica fue tan extenso que la tarea de ampliarlo solo fue emprendida más de tres siglos después cuando Kepler publicó en 1604 "Suplemento al trabajo de Vitelo en la parte óptica de la Astronomía".

Las ideas aristotélicas sobre la simpatía de los cuerpos cargados eléctricamente y entre los atraídos por un imán y este, vigentes a través de los siglos, reciben una primera corrección, en el camino de la problematización de este campo, por el ingeniero militar Pierre de Maricourt.

Atraído por la utópica posibilidad de producir la añorada máquina del movimiento perpetuo a partir de una esfera sin rozamiento sobre la cual actuara permanentemente un imán, Peregrinus (como también se conoce) escribe su "Epístola de Magnete" (1269) en la que identifica las propiedades de los imanes, sus polos, la atracción de polos diferentes, la repulsión entre polos de igual naturaleza, y describe una nueva brújula que opera sobre un mecanismo de pivote. La Epístola es reconocida como una de las obras de la investigación experimental medieval y como precursora de la metodología científica moderna.

La teoría de Aristóteles sobre el movimiento de los cuerpos es revisada también y se tiene como pionero de los estudios de la física terrestre que seguirán mas tarde los físicos de la "balística" al filósofo francés Jean Buridan (1300? - 1358). En esencia la teoría de los ímpetus de Buridan afirma que el impulso dado por el agente que provoca el movimiento de otro cuerpo es proporcional a la velocidad y la masa del primero. Estamos a dos siglos de los trabajos del maestro de Galileo, Giambattista Benedetti (1530 -1590), con el cual se inicia el adiós definitivo a la dinámica de los ímpetus de Aristóteles.



*Dante Alighieri (1265 - 1321) supone la última integración de la cultura medieval con la nueva era renacentista. La Divina Comedia constituye un inventario del pensamiento político, científico y filosófico de su tiempo. Beatriz Portinari, representó el símbolo supremo del amor que inspiró su obra maestra. Dante no fue ajeno a los vientos políticos de la Florencia de la época. Combatió para la causa de los güelfos, conoció del destierro de su ciudad, y se convirtió al partido de los guibelinos que deseaban la unificación de Europa bajo el gobierno de un emperador culto y competente.*

**Imagen: http://elpoetamultimedia.blogspot.com/2007_01_01_archive.html**

La Escuela de Medicina de Bolonia que se desarrolla en el siglo XIII, es antesala de revolucionarios cambios en la práctica de la Medicina y entre los representantes de esta época sobresale Teodorico Borgognoni (1206-1298). En su obra "Chirurgia" describe nuevas técnicas en la cirugía como la limpieza de las heridas con vino, la aplicación de anestesia mediante una esponja somnífera empapada en una mezcla de extracto de opio, beleño, mandrágora y otras drogas, y el empleo de la sutura de las heridas tras una limpieza cuidadosa, con lo cual invierte la práctica habitual de la época de aplicar sustancias que estimulasen la formación de pus. Utiliza para la sutura hilos preparados con intestinos de animales. Esta Escuela rompe con la tradición de la Escuela de Galeno y comienza a escribir las nuevas experiencias que se acumulan en el terreno de la mesa de operaciones.

Un punto de transición en el camino que convirtió la Alquimia en Farmacia viene representado por "El Libro de la Quintaesencia" atribuido a la figura pionera en la formación de la literatura catalana Ramón Llull (1232-1316), y a Johannes Rupescissa. Ellos tienen el mérito de aportar una nueva visión en la preparación de los medicamentos.

El más importante de los alquimistas europeos que firmaba sus documentos como Geber (el famoso alquimista árabe que viviera dos siglos antes) fue el primero en describir, hacia el año 1300, la forma de preparar dos ácidos fuertes minerales: el ácido sulfúrico y el ácido nítrico. Poco tiempo después de Geber el estudio de la alquimia, por segunda vez en la historia, sería prohibido. En esta ocasión corresponde al Papa Juan XXII (Papa de 1316 al 1334) declararlo anatema. Sobrevendrían largos años de silencio o acaso de clandestinidad de la Alquimia que impidiera llegar hasta nosotros cualquier conocimiento producido.

Un gran vacío en la producción de los conocimientos científicos se advierte en el período de la gran epidemia de la peste (1340) que motivó la muerte de una cuarta parte de la población europea, y de la Guerra de los Cien Años (1337 - 1453) conjunto de episodios bélicos que asoló a Europa.

En una ojeada hacia el Oriente, resulta de interés pasar revista primeramente al contexto bizantino que al heredar el legado cultural romano podría haber representado el escenario donde se conservaran y desarrollaran las tradiciones intelectuales del mundo clásico mediterráneo. Sin embargo, los bizantinos cristianos tampoco se dedicaron al enriquecimiento de las obras de los filósofos y científicos griegos y latinos. Sólo en tiempos de esplendor de Constantinopla como los casi dos siglos de dinastía macedónica, entre el 867 y el 1057, y más tarde durante la dinastía de los Paleólogo (1261 –1453), el mundo bizantino conoció una recuperación de la vida cultural que en materia secular representó la copia y reformulación extractada de algunos manuscritos antiguos y una renovada atención hacia las matemáticas y la astronomía. Este saber "recuperado" encontró sus vías de comunicación con Europa en tiempos de las Cruzadas y luego durante el éxodo de los eruditos a la caída de Bizancio en manos de los turcos (1453).



*La expansión del dominio musulmán a la altura del siglo VII por el oeste de Asia y el norte de África; los contactos con restos de la herencia cultural griega en Persia y Egipto; y los intercambios con la India y China, fueron elementos que conformaron una asimilación multicultural de la cual emergen numerosos logros en particular en las Matemáticas, la Astronomía y la Alquimia.*

Pero existe una aportación, que mezclada con la leyenda, merece un breve comentario. Hacia fines del siglo VII, en medio de la expansión hacia el norte de los musulmanes, la armada bizantina utiliza un arma incendiaria en batallas navales, mucho más potente que las conocidas hasta entonces, que sembró el pánico entre las naves atacantes. La receta de semejante arma, conocida luego con el término de Fuego Griego, fue tan celosamente guardada que 50 años después de su aparición en el escenario bélico sus propios dueños la habían perdido. Lo cierto es que Bizancio pudo organizar con éxito la defensa de Constantinopla del acecho de los musulmanes pero bien distinta fue la suerte corrida por los pueblos hacia el este y el oeste que fueron conquistados por los árabes.

De tal modo, paralelo al Medioevo europeo, comienza rápidamente a expandirse un mundo islámico que gesta una brillante cultura cuyos logros fundamentales, examinaremos a continuación. Conviene destacar que si la comunidad islámica llega a representar la civilización más fecunda de la época medieval esto se hace posible gracias a la política de integración de las culturas precedentes y vecinas al desarrollo del patrimonio propio alentada por las dinastías musulmanas primero de los Omeyas (661- 750) y luego de los Abasis (s.VIII – s.XIII) que llegaron a dominar ya a mediados del siglo VIII desde las regiones periféricas de China y la India, por el este, hasta el norte de África y casi toda la península Ibérica, por el oeste.

Mientras los Omeyas al conducir la expansión del Islam por los vastos territorios conquistados instauraban un clima de tolerancia religiosa que favorecía la inmigración de eruditos, procedentes del dominio bizantino, donde sufrían persecución si profesaban creencias cristianas heterodoxas o paganas, tanto los Abasis como la dinastía Fatimí de Egipto se convirtieron en Mecenas de las ciencias, fundando instituciones como la Casa de la Sabiduría de Bagdad (siglo IX) para el estudio de las ciencias y para la traducción de los textos científicos y filosóficos griegos, o el recinto universitario cairota, dedicado a la enseñanza secular, la Universidad al-Azhar (siglo X).

Con relación al pensamiento matemático se destaca la aportación que viene de la India en el año 500 DC con la utilización del cero para evitar confusiones en el manejo del ábaco. La innovación más importante de este sistema, desarrollado más tarde por los árabes fue el uso de la notación posicional, en la que los símbolos individuales cambian su valor según su posición en el número escrito.



*La Casa de la Sabiduría (Dar al-Hikma), fundada en Bagdad en el siglo IX por el califato Abasí, promovió un auge extraordinario de la Matemática, la Astronomía y la Alquimia. Este centro propició la profesionalización del trabajo científico y en él laboraron en armonía, sabios musulmanes, judíos y cristianos. Este beber de diferentes culturas contribuyó al liderazgo árabe en la noche medieval europea.*

La Astronomía que tanto desarrollo mostró en la cultura griega pasó más tarde hacia el este a los sirios, indios y árabes. Los astrónomos árabes recopilaron nuevos catálogos de estrellas en los siglos IX y X y desarrollaron tablas del movimiento planetario. Al hacerlo debieron beber de la obra clásica de las matemáticas y la astronomía hindú "La apertura del universo" escrita en el 628 por Brahmagupta (598 – 670). Este científico fue director del observatorio en Ujjain, y su obra astronómica abarca el cálculo de las longitudes medias de los planetas, los eclipses solares y lunares, las conjunciones de los planetas unos con otros y con las estrellas fijas. Como matemático, a diferencia de la mayoría de los algebristas europeos de la Edad Media reconoció los números negativos e irracionales como raíces posibles de una ecuación.

El sistema de numeración posicional es uno de los más grandes inventos de la humanidad, ya que con sólo diez símbolos permite expresar fácilmente cualquier número y múltiples operaciones entre estos. La gloria se encarna en el árabe Al-Khwarizmi (780 – 850), de cuyo nombre se deriva la palabra algoritmo, y que es considerado el primer matemático que reporta la notación posicional. En 810 escribe un libro donde acuñó el término que en español queda como álgebra. La primera referencia escrita del uso de este tipo de numeración en Europa data del año 976. Al-Khwarizmi es un relevante representante de la Casa de la Sabiduría fundada por el califa al-Mamun en Bagdad, quien también construyó la principal biblioteca erigida después de la de Alejandría, donde se coleccionaron importantes trabajos de Bizancio, y edificó observatorios para enriquecer los conocimientos astronómicos acopiados por culturas precedentes. Además de traducir y estudiar manuscritos científicos griegos, Al-Khwarizmi escribió sobre álgebra, geometría y astronomía. Su libro Sindhind zij, basado en los trabajos astronómicos hindúes, resume sus aportaciones en este campo. Los principales tópicos incluidos en esta obra son los calendarios, los cálculos de las posiciones verdaderas del sol, la luna y los planetas, tablas de senos y tangentes, astronomía esférica y cálculos de eclipses y paralelajes. Al-Khwarizmi escribió un trabajo fundamental sobre geografía que está basado en la Geografía de Tolomeo, y en el cual ofrece las longitudes y latitudes de más de 2000 ciudades, montañas, rios, islas y mares como base para un mapa del mundo, en el cual sus aportaciones se refieren a las regiones del Islam, África y el Lejano Oriente.

A mediados del siglo X, el califato Fatimí no reconoció la autoridad Abasí y gobernó la mayor parte del norte de África, desde Egipto hasta la actual Argelia, además de Sicilia y Siria. Ellos fundaron la ciudad del Cairo como la capital del nuevo imperio. Al-Hakim, el segundo de los califas fatimís que comenzaron el reinado en Egipto, fue un líder cruel y sin embargo actúo como un patrón de las ciencias, construyendo una biblioteca que fue segunda en importancia sólo de la Casa de la Sabiduría.



*La astronomía árabe bebió de las fuentes hindúes y tuvo una gran influencia en el desarrollo posterior de la astronomía europea. En particular la obra del astrónomo Abd al-Rahman al-Sufi (903 - 986), también conocido por su nombre latinizado de Azofi, "Libro de las estrellas fijas" que incluye un catálogo de 1018 estrellas, con sus posiciones aproximadas, las magnitudes y colores, fue traducido a diferentes idiomas. En este libro escrito en 964 se descubre la galaxia Andrómeda, a la que llamó "pequeña nube".*

*La galaxia Andrómeda a una distancia de 2,2 millones de años luz, representa la galaxia espiral más cercana y el objeto más distante que se puede observar a simple vista. Este fue el primer registro de un sistema de estrellas fuera de nuestra propia galaxia.*

**Imagen: http://www.astroseti.org/vernew.php?codigo=2485**

Para conducir el colosal empeño de Al-Hakim de regular el curso de las aguas del Nilo fue designado el sabio Abu Ali al-Hasan ibn al Haytham (965 -1040). Al Haytham vino a Egipto desde Basora para encabezar el equipo de ingeniería pero a medida que avanzaba en la exploración del río mayores dificultades aparecieron para cumplir el proyecto, hasta que se vio en la necesidad de reconocer su inviabilidad.

El informe presentado por al-Haytham defraudó al califa que consideró incompetente al sabio y le asignó un puesto administrativo. Se afirma entonces que al-Haytham se hizo pasar por loco y fue recluido en su casa, lo que le permitió proseguir sus estudios científicos en la soledad de su residencia, hasta la muerte del califa. Las escrituras de Ibn al-Haytham abarcan más de 90 trabajos, de los cuales sobreviven unos 55. Los temas principales que abordó fueron la teoría de la luz y de la visión. La más importante contribución de al-Haytham a la ciencia es su obra en siete libros traducida al latín en 1270 como *Opticae thesaurus Alhazeni.* En el libro I se destaca la consideración de que la investigación de la luz debe basarse en evidencias experimentales más que en teorías abstractas. Advierte que la luz es la misma con independencia de la fuente, sea luz solar, o proveniente del fuego, o luz reflejada de un espejo, y ofrece la primera explicación correcta de la visión, mostrando que la luz reflejada por un objeto alcanza el ojo humano. Sus estudios lo conducen a concebir y proponer el uso de la cámara obscura. Desde el punto de vista matemático el libro IV es el más importante al discutir la teoría de la reflexión y describir la construcción y el uso de un instrumento de cobre para medir la reflexión desde espejos planos, esféricos, cilíndricos y cónicos, sean convexos o cóncavos. En el libro VII examina la refracción basada en la idea de que la luz es un movimiento que admite una velocidad variable (siendo menor en cuerpos más densos). Su estudio de la refracción le hace estimar en unos 15 km la altura de la atmósfera terrestre.

El final del siglo X y el comienzo del siglo XI fue un periodo de gran inestabilidad en el mundo islámico y en particular la zona de Persia controlada por la dinastía samaní que dominó los centros culturales de Samarcanda y Bujara fue sacudida por devastadoras luchas fraticidas. Estas circunstancias sacudieron la vida de los sabios de esta región y obstaculizaron el desarrollo de la cultura científica árabe. Entre los exponentes más destacados de este período se encuentran Abu Rayhan al-Biruni (973 - 1048) y Abu Ali al-Husain ibn Sina (Avicena) (980 - 1037).



*Omar Khayyam (c. 1050-1122), es no sólo el más célebre astrónomo y matemático persa de la época, sino que es autor de uno de los poemas más famosos del mundo. A partir de sus propias observaciones astronómicas Khayyam midió la longitud del año como 365.24219858156 días. La medición del año al final del siglo XIX fue de 365.242196 días y hoy es de 365.242190 días. El poema Rubaiyyat, del que se le atribuyen unas 1.000 estrofas habla del drama de la naturaleza y del ser humano.*

**Imagen: paraisomat.ii.uned.es/paraiso/historia.php?id=khayyam**

Las contribuciones de al-Khwarismi a la geodesia y la astronomía fueron superadas un siglo más tarde por Abu Rayhan al-Biruni (973 - 1048). Al-Biruni también es oriundo de la misma región de Khwarasm. La introducción del método de la triangulación para medir la Tierra y las distancias le permitió calcular el radio del planeta en 6339.6 km, un valor no obtenido en Occidente hasta el siglo XVI. Su libro *Masudic canon* contiene una tabla que ofrece las coordenadas de unos 600 lugares, casi todos a través de sus propios conocimientos. Entre sus ideas originales sobresalen sus observaciones sobre que la velocidad de la luz es inmensamente mayor que la del sonido, su noción de la Vía Láctea como una colección de incontables fragmentos de estrellas nebulosas, y sus medidas precisas de los pesos específicos del oro, mercurio, plomo, plata, bronce, cobre, latón, hierro y estaño.

El volumen del trabajo escrito por al-Biruni es impresionante. Se estima que el escribió alrededor de 146 trabajos con un total de 13,000 páginas, cubriendo prácticamente todo los ámbitos de la ciencia de su tiempo. El más importantes de estos trabajos es *Sombras* que se cree fue escrito alrededor de 1021. *Sombras* es una fuente sobre la historia de las matemáticas, la astronomía y la física. También contiene ideas importantes como aquella que identifica el movimiento no uniforme con la aceleración del móvil, o la que anticipa la introducción de las coordenadas polares al definir la posición de un punto en un espacio de tres dimensiones, usando las tres coordenadas rectangulares.

La vida de Ibn Sina - Avicena en Occidente- transcurrió en un contexto repleto de adversidades que debió sortear para producir una importante obra científica, que lo sitúa entre los más famosos doctores, matemáticos y astrónomos de su época. Ibn Sina escribió alrededor de 450 trabajos de los cuales 240 se conservan, unos 150 se relacionan con la filosofía natural y 40 se dedican a la medicina, sus dos campos principales de estudio. Una de las cuatro partes de su gran obra "El libro de las curaciones" se dedica a las matemáticas, incluyendo en esta sección sus investigaciones sobre astronomía y la teoría de la música. En particular sus observaciones astronómicas brindaron algunas aportaciones como la deducción correcta de que la distancia entre Venus y la Tierra era menor que la que separaba al lucero de la aurora del sol, y también ofreció el método para calcular la distancia entre Baghdad y Gurgan mediante la observación del tránsito del meridiano de la Luna a Gurgan. Una contribución instrumental de Sina a las mediciones astronómicas lo fue el dispositivo que permitió determinar las coordenadas de una estrella, su azimut y su altitud. Con el propósito de aumentar la precisión de las lecturas instrumentales inventó un artificio similar al nonio.



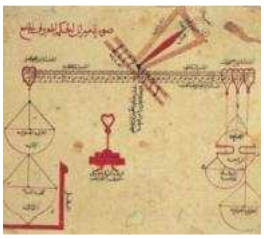
*Ibn Sina – llamado Avicena en Occidente- es conocido sobre todo por sus aportaciones en el campo de la medicina. En Física, reconoce como diferentes formas de energía al calor y la luz, y en sus estudios sobre mecánica introduce los conceptos de fuerza, vacío e infinito. Su atisbo de interconexión entre tiempo y movimiento adelanta la necesidad de los experimentos cuantitativos. La percepción de la luz es para Ibn Sina debida a la emisión de un tipo de partículas por la fuente luminosa, y por otra parte dedujo correctamente que la velocidad de la luz es finita. También investigó sobre la gravedad específica de los cuerpos y usó un termómetro de aire.*

**Imagen: www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Avicenna.html**

Casi dos siglos después de los trabajos en óptica de Ibn al Haytham, el sabio persa al-Farisi (1260 -1320), conocido también como Kamal al-din, publica su obra Tanqih (Revisión). En este libro al-Farisi no busca una mera explicación a los trabajos de los maestros que le precedieron sino intenta desarrollar teorías alternativas allí donde advierte vacíos en los conocimientos sobre los fenómenos ópticos. Su trabajo sobre la luz, los colores y el arco iris se exponen en esta obra, que explica en términos matemáticos satisfactoriamente la formación del arco iris.

Si al Haytham había propuesto que la luz solar es reflejada por una nube antes de alcanzar el ojo, al-Farisi propone un modelo donde el rayo de luz solar experimenta doble refracción por una gota de agua, y una o más reflexiones ocurren entre las dos refracciones. Este modelo permite la verificación experimental utilizando unas esferas de vidrio transparente llenas de agua. Naturalmente esto introduce dos adicionales fuentes de refracción, principalmente entre la superficie del vidrio y del agua. Al-farisi fue capaz de demostrar que la aproximación obtenida por su modelo era suficientemente buena para ignorar estos efectos secundarios. Para poder explicar la formación de los colores al-Farisi acudió a un nuevo punto de vista teórico que rechazó la anterior hipótesis según el cual los colores eran el resultado de diferentes combinaciones de oscuridad y luz.

Las precisas mediciones de los pesos específicos de los metales preciosos realizadas por al-Biruni fueron superadas casi un siglo después por quien fuera un joven esclavo de la región del oasis de Merv, centro agrícola y comercial de la época (en territorio de la hoy República de Turkmestán). Al-Khazini (primera mitad del siglo XII) merece ser incluido entre los grandes físicos, por sus admirables determinaciones de pesos específicos. Impulsado por el propósito de comprobar la pureza de los metales, joyas y aleaciones con fines comerciales Al-Khazini llevó a cabo refinamientos en la práctica de las balanzas que hacen de su conocida obra la "Balanza de la sabiduría", (Mizan al-Hikma) un ejemplo de atención a la precisión científica en los resultados experimentales y uno de los más notables escritos del medioevo. Este tratado ha sobrevivido en cuatro manuscritos. En estos estudios se describe la balanza hidrostática, su construcción y usos así como la teoría de la estática e hidrostática sobre la cual descansa. En el primero de sus ocho capítulos pasa revista a los antecedentes encontrados en las obras de al-Biruni, al-Razi y Omar al-Khayam, y en los errores de los clásicos griegos para luego diferenciar claramente los conceptos de fuerza, peso y masa. También fue consciente del peso del aire y de la disminución de la densidad con la altitud. Varias observaciones de Al-Khazini constituyen algunas de las bases de la física moderna. Fue el primero en proponer la hipótesis de que la gravedad de los cuerpos varía dependiendo de su distancia al centro de la Tierra.



*Las mediciones de los pesos específicos de los metales, joyas y aleaciones para fines comerciales y la teoría en que descansa esta práctica fue objeto de estudio de la ciencia árabe. En este campo brilló quien fuera un joven esclavo. La obra de al-Khazini la "Balanza de la sabiduría" (Mizan al-Hikma) es un ejemplo de atención a la precisión científica en los resultados experimentales y uno de los más notables escritos del Medioevo. En teoría al-Khazini distingue los conceptos de fuerza, peso y masa y reconoce que la densidad del aire disminuye con la altura.*

*Es el primero en lanzar la hipótesis de que la gravedad de los cuerpos varía dependiendo de su distancia al centro de la Tierra, fenómeno descubierto sólo 6 siglos después con el desarrollo de la teoría de la gravitación.*

**Imagen: www.muslimheritage.com/features/default.cfm?ArticleID=493**

Conocidos como arabistas, la escuela árabe de Medicina superó a los médicos europeos del Medioevo. Entre los factores históricos de estos progresos se relaciona el encuentro de los árabes en Persia con los clásicos griegos conservados por los nestorianos cristianos. Entre las obras arabistas se encuentra la del médico cairiota Ibn al-Nafis (1205 –1288) que refleja el profundo dominio de la herencia hipocrática por parte de la medicina árabe. Sus principales aportaciones se refieren a la descripción de las técnicas quirúrgicas en atención a traumatismos y la representación de la circulación pulmonar, es decir del movimiento de la sangre desde el ventrículo derecho del corazón al izquierdo a través de los pulmones. Con este descubrimiento al-Nafis se antecede en casi cuatro siglos a la revolución fisiológica que provocó el redescubrimiento y el desarrollo de las ideas sobre el sistema circulatorio descrito por el inglés William Harvey (1578 – 1657).

Desde el al-Andalús español la cultura árabe irradió sus logros hacia el escenario medieval, aletargado, europeo. Este territorio fue cuna de filósofos, científicos, artistas y sabios, y en ella se forjaron pilares del saber que hoy ni sabemos con exactitud de dónde procedieron. Hacia el siglo XI Córdoba llegó a ser la capital más culta de Europa.

El Almagesto de Ptolomeo y las llamadas Tablas Toledanas astronómicas del árabe Azarquiel (¿- 1100), fueron rescatadas para el saber occidental gracias al movimiento de traducción que se desarrolla a partir de 1085 con la reconquista de la ciudad de Toledo por el rey Alfonso VI. Gerardo de Cremona (1114 – 1187), instalado en Toledo durante buena parte de su vida, contribuyó con su obra a la traducción de más de noventa tratados árabes. Así, el interés por las ciencias despertado a partir de entonces no puede ser separado del encontronazo entre dos culturas que adquirió en los siglos XII y XIII una expresión de tolerancia productiva entre judíos, cristianos y musulmanes.

Otro personaje que desempeña un papel muy destacado en la transmisión hacia Europa de la cultura grecolatina conservada por los árabes, es el filósofo y "físico" árabe del al-andalús medieval, Abul Waled Muhammad ibn Rusd, conocido como Averroes (1126 – 1198). Se le atribuye también haber sido de los pioneros en el estudio de la atracción magnética. En filosofía fue defensor de la doctrina de la doble verdad, la verdad de la filosofía natural y la verdad de la teología que más tarde se abrirá paso en Europa.

Hacia el siglo XIII sobreviene el ocaso del mundo árabe cuando caen todas las regiones islámicas del Asia en manos del imperio mogol. Primero tuvo lugar la conquista y saqueo de las huestes de Hūlagū, nieto del conquistador mogol Gengis Kan, y a principios del XV otro mogol, Tamerlán (1336 -1405) barrió de nuevo las otrora grandes capitales árabes.



*El al- Andaluz, dominio musulmán en la península ibérica, y en particular el califato de Córdoba, actuó como foco de irradiación del conocimiento científico hacia la Europa del florecimiento del feudalismo en los siglos XII y XIII. En particular el pensamiento europeo descubre a través de las traducciones árabes las grandes obras del mundo greco-latino y el repertorio de realizaciones de la ciencia islamita. En la imagen la mezquita de Córdoba. Impresiona la Mezquita como síntesis cultural y como uno de los más excepcionales monumentos del planeta.*

*Hacia el siglo XI Córdoba llegó a ser la capital más culta de Europa.*

**Imagen: www.red2000.com/spain/images/photo/co-mezf.jpeg**

Mientras, en la península ibérica en 1492, las tropas de los reyes católicos de Castilla derrotaban al reino Nazarí de Granada, último reducto del dominio árabe, concluyendo así el proceso llamado "Reconquista" en el cual los reinos cristianos se aprovecharon de las reiteradas divisiones internas de los árabes para empujarlos hacia el sur y finalmente infringirles la derrota. Ocho siglos atrás, la conquista musulmana de la Hispania visigoda había aprovechado la guerra civil que debilitaba al reino de Toledo, y con la Batalla de Guadalete sellaba la derrota y muerte del rey Rodrigo para abrir paso a una política de pactos y capitulaciones con la nobleza y las ciudades que llevo a los árabes a la ocupación de las posesiones visigodas.

En el período bajo examen las principales realizaciones del mundo oriental, relacionadas con el ámbito que nos ocupa, estuvieron centradas en la civilización china. China conoció por entonces tres grandes dinastías: la dinastía Tang (618-907), el reinado de los Song (960-1279), y el imperio Yuan (1279 – 1368).

La experiencia artesanal china, durante la dinastía Tang, comenzó a dominar la tecnología de hornos que alcanzaran entre 1250 - 1300 $^{o}$C, intervalo de temperatura requerido para que una pasta constituida por caolín, cuarzo y feldespato se transformara en un material blanco, resonante y translúcido: la porcelana. Más tarde, en el período Song se hacían porcelanas con formas elegantes, decoradas con incisiones y barnices que iban desde el marfil y los verdes y azules más pálidos hasta los castaños rojizos e incluso el negro. Los objetos más importantes eran los de la cerámica de celadón en los que se imitaba lo colores del jade.

Pero los cuatro grandes inventos de la nación china, la fabricación del papel, la imprenta, la brújula y la pólvora, se registraron, durante las dinastías Song y Yuan. En cada uno de estas invenciones, se advierten enormes discrepancias entre los especialistas a la hora de fijar la fecha en que aparece introducido tal invento. Por lo visto estas diferencias se explican atendiendo al diferente criterio usado para datar su implementación. Por ejemplo existen fuentes que admiten como restos del papel más antiguo el hallazgo arqueológico encontrado en el pueblo de Lou - Lan en el Turquestán chino, de fecha cercana al siglo II. Sin embargo aquella técnica para su obtención, a partir de la celulosa de la madera, que llegara a Europa a través de los árabes, la dominaron los chinos durante la dinastía Song.

La impresión de libros mediante la utilización de bloques de madera con caracteres incisos fue empleada por los chinos para la reproducción en el 972 de los escritos sagrados budistas del Tripitaka, la principal colección canónica budista, que constan de más de cien mil páginas.



*Fue a fines del primer milenio de nuestra era que el inventor chino Bi Sheng ideó la impresión mediante tipos móviles, es decir, caracteres sueltos dispuestos en fila, de manera similar que en las técnicas actuales, para imprimir la sagrada obra budista del Triptaka. Sin embargo, un obstáculo resultó insalvable para la aceptación y posterior difusión de esta notable técnica en el contexto chino: su idioma posee más de cinco mil caracteres diferentes. Más de 4 siglos después, en la Europa del renacimiento, donde se inscribían en la agenda histórica la Reforma y el Protestantismo, surge la imprenta de tipos móviles del germano Johann Gutemberg y el primer libro impreso: la Biblia.*

**Imagen:www.chinaculture.org/img/2003-11/05/xinsrc_64595edddf304be5842da9d5d943ba1f.jpg**

La navegación marina tuvo también en un invento chino, la brújula, importante condicionante para su desarrollo. Desde la antigüedad el hombre conocía dos tipos de sustancias, la resina fósil conocida como ámbar y la magnetita, que mostraban la existencia de una fuerza de acción a distancia como la observada en la caída de los cuerpos hacia la tierra. Pero la utilización de agujas imantadas para orientarse en las expediciones por tierra y para el trazado de planos en los terrenos de construcción fue obra del ingenio de los chinos. La invención de la brújula magnética para la navegación fue muy posterior y se fija hacia el siglo X, durante la dinastía Song (960 – 1279). Penetrar en la naturaleza del electromagnetismo exigió de todo un complejo desarrollo iniciado justamente con el nacimiento del siglo XVII.

La pólvora es otro de los grandes inventos de la química artesanal china. Las crónicas chinas afirman haber fabricado pólvora durante la dinastía Song (960-1279) y destacan la efectividad de sus cohetes de guerra en 1232 durante el asedio de Kaifeng, y contra los invasores mongoles en 1279. Es precisamente en el siglo XIII que se registra el empleo de la pólvora en Europa. Ya en el siglo XV se ha extendido la utilización de los cohetes a las batallas navales, casi nueve siglos más tarde del empleo del Fuego Griego por la armada bizantina. La oficina parisina de pólvora y salitre del siglo XVIII fue asiento para el trabajo de Antoine Laurent Lavoiser (1743 – 1794), y rampa de lanzamiento de la primera Escuela de Ingeniería Química, la Escuela de Pólvora.

Al proceso de decadencia del Medioevo en el escenario europeo le acompaña un deterioro general de la producción científica motivada por la gran epidemia de la peste (1340) y el conjunto de episodios bélicos conocido como la Guerra de los Cien Años (1337 – 1453) que asolaron el panorama europeo. Por la época, el imperio bizantino agoniza ante el empuje de los otomanos, la región asiática del imperio árabe ha sucumbido ante el ejército mongol desde el XIII, China está experimentando el declive del imperio mongol de los Yuan que concluye con el reordenamiento de la dinastía Ming, y en la Samarcanda de Ulugh Beg (1394 - 1449), nieto del gran conquistador Tamerlan, se construye un observatorio de dimensiones sin precedentes donde se elaboró un catálogo estelar, el Zij-i Sultani, publicado en 1437, que fue un modelo hasta el siglo XVII en que la astronomía da el salto concedido por el uso del telescopio y se produce la revolución científica.



*La pólvora fue inventada por los chinos para la fabricación de fuegos artificiales obtenidos por la combinación de salitre (nitrato de potasio), carbón de leña y azufre. Al redescubrirse en el escenario europeo, este ingenio reveló importancia militar y fue empleado pronto en la guerra. La oficina parisina de pólvora y salitre del siglo XVIII fue asiento para el trabajo de Antoine Laurent Lavoiser (1743 – 1794), y rampa de lanzamiento de la primera Escuela de Ingeniería Química, la Escuela de Pólvora.*

**Imagen:sln.fi.edu/tfi/info/current/inventions.html**

En tanto Europa vivía su largo período medieval, la América precolombina conoció del período clásico de sus culturas mesoamericanas y andinas.

La civilización maya, uno de los imperios más poderosos de Mesoamérica, llegó a ocupar un territorio equivalente a tres veces la superficie del archipiélago cubano, extendiéndose desde la península de Yucatán por las tierras bajas de México, Belice y Guatemala hasta Honduras. Las ciudades – estados, centros monumentales que supieron erigir tuvieron su mayor esplendor en el período clásico entre 200 d.C. – 900 d.C.

El triángulo geográfico que conformaron sus ciudades insignias en sus primeros tiempos históricos tenía en sus vértices a Palenque en Chiapas, Uaxactún en Guatemala y Copán en Honduras. Sus dominios se extendieron así por un área intrincada y selvática, atravesada por grandes ríos.

La dimensión cultural alcanzada por la civilización maya se evidencia en su elaborado sistema de escritura jeroglífica, su impresionante capacidad arquitectónica y el notable desarrollo científico y artístico que alcanzaron. Los conocimientos mayas en el campo de las matemáticas y la astronomía constituyen ejemplo elocuente del talento creativo de este pueblo.

Aunque desde los primeros siglos de nuestra era, los territorios mesoamericanos se fueron poblando de observatorios astronómicos, fue durante el período clásico del desarrollo de esta cultura que se acumulan las observaciones y determinaciones solsticiales y los cálculos solares, lunares y planetarios, que hacen alcanzar los triunfos astronómicos de los grandes centros como Copán, Palenque y Quiriguá.

En Copán en el siglo VIII d.C. los sabios astrónomos mayas lograron determinar la duración real del año en 365,2420 días, que sólo difiere en dos diezmilésimas de días del cálculo actual realizado con medios electrónicos.

Como todos los calendarios funcionaban con unidades enteras, se vieron obligados a hacer correcciones y a poner días intercalados que armonizaran el año calendario con el astronómico, ya que este que cuenta realmente con 365.2422 días, va acumulando una diferencia que debe ser ajustada de tiempo en tiempo. Los mayas, conscientes de esta acumulación sabían que su año corría más de prisa que el año solar verdadero.



*Los mayas desarrollaron un elaborado sistema de escritura jeroglífica, formada por unos 800 glifos que combinan los símbolos pictográficos, los signos gráficos para representar palabras (logográficos) y los signos fonéticos para representar sonidos.*

*Copán, ciudad maya radicada en territorio de la actual Honduras, uno de los ejemplos de arquitectura monumental de esta civilización, posee el texto labrado más largo de América: la Escalera Jeroglífica. Más de mil 250 bloques de piedra fueron esculpidos para conmemorar la vida de sus antepasados. Por el lugar preeminente que ocupa se ha pensado que debió conducir a un templete donde se instalara el centro astronómico de Copán.*

*Ha sufrido la erosión del tiempo sin que una acción oficial impida su progresivo deterioro. La cultura de nuestra América siente este daño como una pérdida irreparable.*

**Imagen: http://www.famsi.org/reports/99026es/section14.htm**

Existen pruebas de que a partir del siglo VI y hasta el siglo VII d.C. fueron realizando diferentes correcciones, acercándose cada vez más a la duración real del año, hasta que en el 731 d.C. la ciudad de Copán logró la determinación antes dicha. Su exactitud puede será comprendida con esta tabla comparativa.

| | |
|---|---|
| Cálculo actual | 365,2422 días |
| Cálculo de Copán | 365,2420 días |
| Año Juliano | 365,2500 días |
| Año Gregoriano | 365,2425 días |

Durante unos 522 años los mayas anotaron fechas de la luna en muchos monumentos, lo que indica los conocimientos que tenían de este astro. La duración del mes lunar (cambio de una fase a otra similar), según los astrónomos modernos es de 29,53059 días. Para los mayas, que no utilizaban fracciones, el problema era encontrar un número entero de lunas que igualase el número de días, lo que permitiría correlacionarlos y realizar los cómputos que se extendieran hacia el pasado o el futuro.

Como ejemplo de esas fórmulas que combinaban lunas y días para determinar la cuenta con precisión, es usada una inscripción en el Palacio de Palenque, que suma la cantidad de 4193 días, que se acerca con bastante exactitud a 142 lunas, que da para una lunación media de 29,528 días, un error de un 400 de día, cálculo que es asombroso para el año 603 d.C. De igual modo las tablas de eclipses de la astronomía occidental actual no superan ni siquiera en un solo día, los cálculos realizados por los mayas en el siglo VIII, según aparecen en la estela de Copán erigida en el 756 d.C., lo que evidencia la perfección lograda por los astrónomos mayas.

Venus jugó un papel de primerísima importancia para la cultura mesoamericana y fue un elemento clave en el sistema general del cómputo del tiempo. Los mayas lograron en sus observaciones de este planeta, triunfos de primera magnitud que demuestran no sólo su capacidad de observación sino el cuidado puesto en todas sus operaciones de cálculos astronómicos. En su revolución sinódica, Venus presenta una oscilación que va desde los 580 a los 588 días, lo que hace muy difícil los cálculos.



*La famosa torre "El Caracol" levantada sobre las ruinas de la ciudad maya de Chichén Itzá (México) se supone que fuera usado como observatorio astronómico. Su datación se hace difícil por las numerosas remodelaciones a que fuera sometido a lo largo del tiempo pero la fecha de su construcción se establece hacia el siglo IX, es decir a fines del período clásico de la civilización maya, que comprende entre el 300 - 900.*

*En el interior del núcleo cilíndrico principal, el Caracol tiene un pasadizo en forma de caracol, que da nombre a la torre. La astronomía maya, según las estelas del Centro de Copán, reconoció la importancia de los congresos de astrónomos y de estos eventos surgió seguramente, entre otras obras trascendentes, el calendario maya. Aunque complejo, era el más exacto de los conocidos hasta la aparición del calendario gregoriano en el siglo XVI. El día maya era llamado kin, un uinal, período comparable con el mes gregoriano, tenía 20 kines, 18 uinales conformaban el tun (360 días), y así se establecían otros períodos de base 20.*

**Imagen: http://www.astrosmo.unam.mx/?f=calendarios**

Después de numerosas observaciones durante siglos, los mayas arribaron a un número entero para calcularla que es el de 584 días promedio, cifra que puede relacionarse muy fácilmente con el año solar de 365 días y el calendario sagrado de 260 días. El factor común entre 584 y 365 es 73, así 73 multiplicado por 8 es igual a 584, como 73 multiplicado por 5 es igual a 365. De igual modo 5 revoluciones sinódicas de Venus suman igual número de días que 8 años solares (5 x 584=8 x 365=2920).

Sin embargo, la revolución sinódica de Venus en términos exactos, dados por instrumentos electrónicos es de 583.92 días, lo que forzosamente usando la cifra de 584 al cabo del tiempo acumula un error. Así que después de siglos de observación los mayas resolvieron esta situación, cada cinco ciclos hicieron una corrección de ocho días al final de la 57 revolución de Venus. Estos cálculos fueron tan exactos que solo presentan un error de un día cada seis mil años, éxito alcanzado en el siglo VIII según un monumento erigido en el 765 d.C.

Con el mismo procedimiento que el explicado, los mayas lograron calcular la revolución sinódica de Marte, Mercurio, Júpiter y Saturno, no con tanta exactitud como la de Venus pero aún así estos cálculos representan grandes triunfos tanto más si se reconoce que no disponían de instrumentos ópticos. También conocían y estudiaron estrellas y constelaciones a quienes nombraban según su lengua, pero que para nosotros son Las Pléyades, Géminis, La Vía Láctea, la Estrella Polar, Rigel, Sirio, y Betelgeuse.

No existen ninguna duda entre los investigadores de que las ciudades mayas en su período de máximo esplendor emulaban entre ellas para ver cual realizaba los cálculos más exactos. Parece ser que se realizaron varias reuniones o congresos astronómicos o matemáticos, entre los que sobresale el realizado en Copán en el siglo VIII dne. Copán fue la ciudad maya que con más exactitud realizó los cálculos de la cuenta de la Luna, del año trópico solar, la cuenta de Venus y los eclipses de Luna.



*Las Estelas mayas* ***c****onstituyen imponentes estructuras verticales de arenisca labradas con la efigie del rey rodeado de dioses y animales sagrados. Los laterales y la parte posterior de las estelas están epigrafiados con glifos calendáricos, correspondientes a fechas de dedicación y de acontecimientos políticos y militares de importancia.*

*Quiriguá representa un sitio arqueológico maya localizado en la cuenca del río guatemalteco Motaguá. La Estela E de Quiriguá, datada en 771 d.C., es la mayor del Mundo Maya, pesa 65 toneladas, mide 10.5 m de alto y tiene esculturas que cubren paneles de 8 m. Los estudiosos afirman que cada cinco años era instalada una nueva estela en Quiriguá. Constituye un enigma la forma en que los mayas transportaban estas enormes rocas a través de la selva desde lejanas canteras, sin disponer de vehículos de rueda ni bestias de carga...*

**Imagen: http://www.mayadiscovery.com/es/arqueologia/default.htm**

La ciudad de Uaxactún en el Peten guatemalteco conservó dos marcas de la cultura maya. La fecha grabada más antigua, el dia 9 del año 328, aparece impresa en una pirámide cercana, la E-VII Sub. Debieron existir otros lugares con dataciones más antiguas, pero probablemente fueron trabajadas en estuco, pintadas o grabadas en madera y por lo mismo no han llegado hasta nosotros. Al mediar el siglo IX las fechas mayas en cuenta larga empiezan a escasear y casi llegan a desaparecer. Coincidentemente, es en la estela 12 de Uaxactún, esta vez cinco siglos y medio después, que se graba la última datación que se conoce en una ciudad maya, 889.

El enigma de la desaparición del mundo clásico maya ha sido explicado desde diferentes perspectivas. Los expertos piensan que las guerras, la sobrepoblación y el resultante agotamiento de los recursos naturales acabaron por debilitar los centros urbanos del Mundo Maya. Otros han apuntado hacia diferentes catástrofes que pudieron sufrir sus grandes ciudades enclavadas en una región como Yucatán, de alta probabilidad ciclónica, o Quiriguá asentada en zona cercana a una gran falla geológica.

La hipótesis de la combinación de crecimiento demográfico con degradación del medio ambiente parece atestiguarse en la caída que experimenta Copán. El otrora fértil valle en determinado momento no resistió la continua explotación. Los esqueletos correspondientes a los años finales de Copán indican desnutrición, padecimiento de raquitismo y otras enfermedades relacionadas.



*El imperio maya resurgió hacia el siglo XI en la península de Yucatán con la creación de nuevos centros monumentales y la reconstrucción de Chichén Itzá. La ciudad –estado de Mayapán con fuerte influencia tolteca dominó hacia 1221 a Chichén Itza y a partir de entonces la sociedad maya se fue progresivamente militarizando. Así a mediados del siglo XIII, Mayapán se había convertido en la capital política del área de Yucatán. La decadencia de la cultura maya se evidencia por la pobreza de la cerámica y de la arquitectura de esta ciudad que habitada por artesanos, guerreros y sacerdotes no sobrepasó nunca los 15 mil habitantes.*

**Imagen: http://www.cervantesvirtual.com/historia/TH/cosmogonia_maya.shtml**

*Finalmente, nuevos conflictos y problemas internos provocaron la disolución del imperio maya, coincidiendo prácticamente con la llegada de los españoles al Yucatán.*



*La Piedra del Sol o Calendario Azteca constituye un monolito de roca basáltica de unas 25 toneladas que fuera esculpido a fines del siglo XV. En su superficie de algo más de 10 $m^2$ está tallado el compendio de los conocimientos astronómicos y cosmogónicos de la civilización mexica. En uno de los círculos concéntricos tallados en la piedra se representan los veinte días del mes mexica (el calendario constaba de 18 meses de 20 días cada uno, más cinco días que se le adicionaban para totalizar los 365 días del año solar).*

**Imagen: http://www.mexico-tenoch.com/enmarca.php?de=http://www.mexico-tenoch.com/calendario.html**

**Los progresos en la Física y otros ámbitos relacionados en la época del Renacimiento**

El Renacimiento como proceso de renovación cultural que se extendió por Europa durante los siglos XV y XVI, tuvo paradójicamente como paradigma la Antigüedad Clásica, y como sustento económico, el florecimiento del capitalismo mercantil que demandaba el cambio de las estructuras rígidas y fragmentarias del sistema feudal caracterizado por una economía básicamente agrícola y una vida cultural e intelectual dominada por la Iglesia, por nuevas estructuras asentadas en la economía urbana y mercantil que promovía el mecenazgo de la educación, de las artes y de la música, alentaba un espíritu de confrontación con las viejas ideas y empujaba ciertos desarrollos en el ámbito de la ciencia y la tecnología.

Históricamente, con la aparición y el avance del Renacimiento concurrieron numerosos procesos movilizadores del progreso social en Europa en tanto contradictoriamente las culturas del Nuevo Mundo comenzaron a experimentar el exterminio que les impuso la conquista, el África conoció el desarraigo y la esclavitud de sus hijos y se extendieron los apetitos imperiales de conquista y explotación de los recursos de otros continentes por las potencias europeas de la época.

Entre los acontecimientos que vive la sociedad del Renacimiento europeo sobresalen:

- **El descubrimiento de nuevas rutas marítimas que lograron la expansión de un comercio creciente condicionado por el surgimiento de la economía capitalista, y la conquista de "un nuevo mundo".**

Durante el Medioevo, el desierto del Sahara constituía una barrera para el contacto entre las culturas desarrolladas a ambos lados de esta frontera natural. Los musulmanes del norte controlaban entonces el cruce de los ibéricos por su territorio, ejerciendo el monopolio del comercio hacia el África Occidental. El príncipe portugués Enrique el Navegante (1394-1460) se impuso burlar este obstáculo e iniciar nuevas rutas marítimas. Para cumplir con estos propósitos fundó un observatorio y una escuela náutica en Sagres, en el Cabo de San Vicente, el extremo más occidental de la península portuguesa. Con el asalto al Atlántico los europeos tropezaron con las Islas Madeira en 1419 y posteriormente con las Islas Azores en 1427, convirtiéndolas en colonias portuguesas.




*La Era de las Exploraciones tuvo sus condicionantes en una serie de tecnologías e ideas novedosas surgidas en el Renacimiento, como los avances en cartografía, navegación y construcción naval. La invención de la carraca y posteriormente de la carabela en Portugal y la incorporación de nuevos instrumentos como la brújula, el astrolabio y el timón hicieron posible la salida de los barcos a mar abierto. La presión económica que impulsaba tales empresas en lo fundamental estaba dada por la ampliación del comercio mercantil y la explotación de los recursos de otras regiones geográficas.*

**Imagen: http://www.wakanatsu.com/kitte/index.html**

La práctica colonialista se desarrollaba según la misma receta: la construcción de fuertes, la explotación de los recursos locales, que llegó a incluir a sus propios habitantes. Juan II (1455 – 1490), continuó la empresa de Enrique, y bajo su patrocinio se produjo la circunnavegación en 1487 – 1488 del Cabo de Buena Esperanza por Bartolomé Días (c.1450 -1500). Unos diez años después, Vasco de Gama siguió la ruta de Días pero esta vez llegó a la India. Precisamente la nación líder de la exploración de las costas de este continente fue el primer país europeo en comenzar la práctica de la esclavitud de africanos, que pretendió cubrir la demanda de trabajo con la importación de esclavos. Para 1460 Portugal traía anualmente desde diferentes puntos de la costa africana casi mil esclavos. La colonización de América desde el siglo XVI amplió los horizontes de esta cruel institución, promovió la diáspora de diferentes culturas africanas y el genocidio de millones de seres humanos.

La etapa de las exploraciones, fue seguida por una extracción masiva del oro y la plata de los yacimientos encontrados en el Nuevo Mundo y la imposición del monopolio español, que llevó a una generalización del comercio transoceánico. La importancia del comercio fue elevando el protagonismo político de banqueros, comerciantes y mercaderes que iban arrebatando el liderazgo a los señores feudales.

En el capítulo de la conquista, las culturas precolombinas conocieron del despojo de sus obras y de la condena de sus productos culturales como herejes, durante la evangelización.

Cuando se inicia la conquista española, los “mexicas”, como se llamaron a sí mismos los aztecas, llegaron a ser la unidad política más importante de toda Mesoamérica cuando se inicia la conquista española. Según cuenta la leyenda, los mexicas debieron abandonar su legendaria ciudad norteña de Aztlán y fundar otra, allí donde encontraran un águila devorando a una serpiente. El escenario seleccionado por los dioses resultó ser la cuenca del lago Texcoco donde se asentaron a mediados del siglo XII, y fundaron su capital, Tenochtitlán, en 1325.



*Cuando a escasos dos años del inicio de la conquista de la tierra de los quetzales en 1521, los expedicionarios de Hernán Cortés (1485 – 1547) y sus aliados tlaxcaltecas luego de 80 días de asedio asaltaron la capital azteca de Tenochtitlan, tenía lugar la destrucción de una de las ciudades más hermosas construidas por el hombre. Fue labor de ingenieros y constructores que a lo largo de siglos fundieron sobre un grupo de islotes del lago de Texcoco las más antiguas ciudades de Tlatelolco y la primigenia Tenochtitlan, llegando a contar con una población estimada en casi un tercio de millón de aztecas.*

*El entorno acuático de la ciudad fue dominado por este pueblo laborioso que desarrolló técnicas de cultivo intensivo de legumbres y hortalizas sobre chinampas, especie de grandes balsas en las cuales los troncos se ataban con cuerdas de ixtle (fibras del maguey). Esta agricultura intensiva se combinaba con la ganadería, la caza y la pesca en el lago, y un importante comercio, a corta y a larga distancia.*

**Imagen: http://www.cervantesvirtual.com/historia/TH/cosmogonia_azteca.shtml**

Herederos de la tradición cultural de los toltecas, pueblo que ocupa la meseta central mexicana desde finales del siglo VII hasta mediados del siglo XII, y que llegó a fusionarse con la cultura maya en su expansión hasta el Yucatán, los aztecas mediante alianzas militares con otros grupos y poblaciones se expandieron rápidamente entre los siglos XIV y XVI dominando el área central y sur del actual México. El arte, la ciencia y la mitología mexica se nutren de los antecedentes mayas a través de los vasos comunicantes de los toltecas.

Las realizaciones científicas de los aztecas estuvieron relacionadas ante todo con los avances por una parte en la medicina y la farmacopea y por otra con la astronomía. Emplearon el calendario de 365 días y el de 260, utilizando además, la «rueda calendárica» de 52 años. La concepción cíclica del tiempo de los aztecas, le hacían creer que el futuro es predecible, de ahí la importancia que le conferían a la observación astronómica y del calendario.

La educación fue importante, sobre todo, en lo que se refiere a la formación de los nobles, marcada por su carácter obligatorio y su firmeza. La formación de la élite abarcaba contenidos en derecho, historia, astronomía, religión, y se ejercitaban también en poesía y canto. Se exaltaba el sentimiento de unidad entre los jóvenes y se organizaban órdenes militares.

El imperio inca llegó a extenderse en menos de un siglo a partir de 1450 por todo el cordón andino y la costa del pacífico desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina y Chile a lo largo de más de 3 500 km. La población inca compuesta por distintas culturas se estima que superaba los 10 millones de personas. La zona central de su imperio radicaba en el valle del Cuzco, al sur del Perú, donde se levantaba su capital. Los incas poseían grandes conocimientos sobre arquitectura, construcción de carreteras y astronomía.

A pesar de no contar con caballos (las llamas fueron los animales básicos de transporte), ni vehículos de ruedas ni un sistema de escritura, las autoridades de Cuzco lograron mantenerse en estrecho contacto con todas las partes del Imperio. Una compleja red de caminos empedrados que conectaban las diversas zonas de las regiones, permitía esta comunicación a través de mensajeros entrenados —los *chasquis*—que, actuando en relevos, corrían 402 km al día a lo largo de esos caminos. Los registros de tropas, suministros, datos de población e inventarios generales se llevaban a cabo mediante los *quipus,* juegos de cintas de diferentes colores anudados según un sistema codificado, que les permitía llevar la contabilidad. Botes construidos con madera de balsa constituían un modo de transporte veloz a través de ríos y arroyos.



*Las fibras del maguey y el amate, las pieles curtidas del ciervo y el jaguar, o el lienzo del algodón eran las materias primas para la fabricación del papel con que los pueblos precolombinos escribieran su historia y genealogía, su ciencia y mitología. Sus libros consistían en una larga tira que podía alcanzar más de diez metros y que adoptaba una forma de acordeón, cubierta con unas tapas de madera a menudo forradas de piel, y su contenido expresaba un tipo de escritura basada en logogramas. El encontronazo cultural que produjo la conquista tuvo su reflejo en la destrucción de estas obras, llamadas códices, por clérigos y autoridades coloniales que las consideraron herejías mientras los indígenas adoptaban la estrategia de resguardo secreto de sus sagrados libros. En la combinación de estas conductas se perdió una valiosa memoria histórica y científica.*

**Imagen: http://www.mayadiscovery.com/es/historia/default.htm**

Entre las expresiones artísticas más impresionantes de la civilización inca se hallan los templos, los palacios, las obras públicas y las fortalezas estratégicamente emplazadas, como Machu Picchu. Enormes edificios de mampostería encajada cuidadosamente sin argamasa, como el Templo del Sol en Cuzco, fueron edificados con un mínimo de equipamiento de ingeniería. Otros logros destacables incluyen la construcción de puentes colgantes a base de sogas (algunos de casi cien metros de longitud), de canales para regadío y de acueductos. El bronce se usó ampliamente para herramientas y ornamentos.



*Al finalizar el segundo milenio de la cultura occidental, la comunidad internacional recibía consternada la noticia de que el Intihuana ("donde se amarra el sol" en voz quechua), el reloj solar inca había resultado dañada en su estructura durante el rodaje de un programa comercial de la TV en la legendaria ciudad sagrada de Machu Picchu. La estructura pétrea se cree que era un elemento astronómico y servía para medir el tiempo, de acuerdo con las sombras que se proyectaban al iluminarlo el Sol. El Parque arqueológico de Machu Picchu, Patrimonio Cultural de la humanidad merece un reglamento especial que lo proteja.*

**Imagen: http://www.tiwy.com/noticias/2000/esp-09.php3**



*Cuando en 1911 el explorador estadounidense Hiram Bingham anunciaba al mundo haber descubierto a más de 2 mil metros de altura la ciudad de Vilcabamba, refugio de los soberanos incas rebeldes desde 1536 hasta 1572, cometería un error pero la humanidad y en particular el mundo latinoamericano le guarda eterna gratitud por habernos legado el hermoso bastión inca de Machu Picchu. La legendaria Vilcabamba permaneció oculta hasta que una expedición española en 1997 descubriera sus restos. Desde allí, Tupac Amaru organizó la resistencia inca contra la dominación colonizadora hasta ser derrotado y pagar con su vida la defensa de su cultura…*

**Imagen: http://www.educared.org.ar/tamtam/Images/machu-picchu.jpg**

- **El desarrollo de los intereses nacionales que diera origen al nacimiento de los estados. Estos intereses económicos se reflejaron en el movimiento de las reformas religiosas (siglo XVI) que condujo a una flexibilización del control de la Iglesia sobre el proceso de construcción del conocimiento.**

Bohemia, la región Europa Central dominada en el siglo XV por el Sacro Imperio Romano Germánico, fue el escenario dónde prendieron los sentimientos nacionalistas que encontraron expresión religiosa en las protestas de Jan Hus (c. 1372-1415), precursor de la Reforma protestante, contra el poder abusivo de la Iglesia Católica. En el Concilio Eclesiástico que se reunió en la ciudad imperial de Constanza en 1414, Hus fue declarado hereje y conminado a retractarse de sus posiciones. El clérigo de Praga rechazó las ofertas de perdón y fue condenado a la hoguera.

Un siglo después de la rebelión husita en 1517, Martín Lutero (1483-1546) publicó sus tesis de Wittenberg que atacan los abusos de la autoridad eclesiástica y tres años después publica sus creencias en la libertad de la conciencia cristiana, formada sólo por la Biblia, el sacerdocio de todos los creyentes y una Iglesia mantenida por el Estado. La ruptura de Lutero con la Iglesia podría haber sido un hecho aislado si no hubiera sido por la invención de la imprenta. Sus escritos, reproducidos en gran número y muy difundidos, fueron los catalizadores de una reforma que no pudo contenerse geográficamente, triunfó en Suiza con las ideas reformistas de Ulrico Zuinglio (1484 -1531), más tarde en Ginebra, Juan Calvino (1509 – 1564), publicó la primera gran obra de la teología protestante, *Institución de la religión cristiana* (1536) que se convertiría en el eje organizador de las Iglesias Protestantes.

Finalmente cabe destacar que la lucha entre católicos y protestantes no tuvo solo una expresión espiritual. Un siglo de enconadas contiendas religiosas entre 1550 y 1650 provocaron la destrucción general del continente. No obstante, estas guerras religiosas se entrelazaron de forma compleja con las contiendas políticas, que finalmente adquirieron un papel de gran importancia en la configuración de las naciones europeas.

- **La toma de Constantinopla por los turcos (1453) que significa la caída del último reducto de la herencia cultural grecorromana y el éxodo de los eruditos que trasladan consigo hacia Europa numerosas fuentes del antiguo saber griego.**
- **La inauguración de la primera imprenta práctica por Johan Gutenberg (1397 – 1468) con lo cual se alcanza una reproducción y difusión del conocimiento escrito no imaginado en épocas anteriores.**

En este telón de fondo social, crece bruscamente el interés por la Astronomía y llegan tiempos felices para la trigonometría.



*La técnica de publicación de libros con tipos móviles de impresión, mediante el perfeccionamiento de la prensa de imprenta por Gutenberg multiplicó las posibilidades de reproducir el acervo de conocimientos existentes para una sociedad que ya había aumentado su producción de material escrito y lo anhelaba vivamente. La invención de la imprenta representó además un logro mecánico, fue una de las primeras máquinas estandarizadas, manufacturada en serie, y los mismos tipos móviles fueron el primer ejemplo de piezas del todo estandarizadas e intercambiables. Hacia finales del siglo XV habían más de mil imprentas públicas solamente en Alemania, y en Nuremberg existía un gran negocio de imprenta con 24 prensas y un centenar de empleados entre los que se encontraban cajistas, impresores, encuadernadores y correctores.*

**Imagen: www.danwei.org/ gutenberg.jpg**

En la transición del pensamiento medieval al del Renacimiento aparece como un personaje importante el filósofo Nicolás de Cusa (1401 - 1464), considerado el padre de la filosofía alemana y uno de los primeros filósofos de la modernidad. En 1444, Cusa se interesa en la astronomía y elabora ciertas teorías que más tarde serán aceptadas y otras que aún estar por probar. En su lenguaje arropado por una envoltura religiosa expresa que si Dios representa la unidad y la infinitud, el mundo también es infinito. Este es el paso radical a la física moderna: si el Universo es infinito, no tiene fin, se deriva pues que no existe centro del Universo, la Tierra no es el centro del Universo, todo es relativo y no hay un lugar de privilegio en el Universo. Tampoco hay quietud, sino que todo está en movimiento, incluido el Sol. En el mismo año de su muerte el cardenal redacta su "*De ludo globo"*, en el cual, aferrado a la perfección aristotélica pero interesado en encontrar causas físicas, explica el movimiento de un cuerpo perfectamente redondo sobre una superficie perfectamente lisa como un movimiento continuo y uniforme. La razón de este comportamiento radica en que la esfera toca al plano en sólo un punto, reproduciendo continuamente una posición de desequilibrio que alienta el ímpetu eterno. De Cusa lega la noción que aplicada a los orbes celestiales adoptará Copérnico. El giro eterno de los orbes, sin obstáculos, arrastra a los planetas engastados en ellos.

En el siglo XV, el profesor prusiano de la Facultad de Artes de la Universidad de Viena, Johannes Muller Regiomontanus (1436 – 1476) hizo importantes contribuciones a la trigonometría y astronomía. Su obra De triangulis omnimodis (1464) en los libros III, IV y V desarrolla la trigonometría esférica que es por supuesto de máxima importancia para los estudios astronómicos. En enero de 1472 hizo observaciones de un cometa que fueron bastantes precisas para identificarlo como el cometa estudiado por Halley en 1682 cuya reaparición pronosticó justamente para 1758. El interés de Regiomontanus en el movimiento de la Luna le permite describir un método para determinar distancias entre dos puntos de la Tierra a partir de la posición de la Luna en su libro Ephemerides editado en su propia imprenta por los años 1474-1506. Este libro tuvo la notable importancia de servir a Américo Vespucio y Cristóbal Colón para medir distancias en el Nuevo Mundo. Sus reflexiones críticas a la teoría lunar de Ptolomeo, las observaciones que acusaban que el planeta Marte se encontraba a $2^{o}$ de la posición pronosticada, y la determinación de las imprecisiones de las Tablas Alfonsinas, publicadas en Venecia en "Epitoma del Alamagesto" atrajeron la atención del entonces estudiante de la Universidad de Bolonia, Nicolás Copérnico (1473 – 1543).



*Se ha afirmado que el espíritu del Renacimiento se encarna como en nadie en la personalidad de Leonardo da Vinci (1452 - 1519). Acaso con esta expresión se pretende identificar a quien muestra una creatividad impar, anticipándose en el tiempo a realizaciones pertenecientes al futuro en los campos más diversos de la actividad humana. Al servicio de diferentes mecenas de la época, actúa como ingeniero militar, arquitecto, y pintor. Su pupila escudriña la anatomía humana con la misma penetración que mira hacia el cielo y diseña artificios que amplían la imagen y recuerdan al telescopio.*

*Su mano traza el rostro y el alma humana, al tiempo que esboza el paracaídas (1480), idea el telescopio (1490), proyecta canales para desviar el rio Arno y salvar a la Florencia sitiada (1503), bosqueja máquinas voladoras (1492) y reloj de péndulo (1494), y planea fortificaciones militares. Se afirma que sus cuadernos de anotaciones resultaron indescifrables para sus contemporáneos, que junto a su genio mostraba debilidad para concluir sus proyectos, que la dispersión de sus actividades restó tiempo para emprender y terminar sus inmortales obras de arte. La máquina del tiempo se encargó de cristalizar y aún superar sus proyectos técnicos más audaces; sus pinturas ingresaron para siempre en el salón de la inmortalidad.*

**Imagen: http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Leonardo.html**

Precisamente el inicio de la revolución en la historia de la Astronomía se asocia a las aportaciones del célebre astrónomo polaco. En 1514, Copérnico distribuyó a varios amigos unas copias manuscritas de un pequeño libro, que en la página de presentación no incluía el nombre del autor. Este libro usualmente conocido como "Pequeño comentario" lanza la visión copernicana de un universo con el sol como centro en siete tesis presentadas como axiomas:

1. No hay centro en el universo
2. La Tierra no es el centro del universo.
3. El centro del universo está próximo al sol.
4. La distancia de la Tierra al sol es imperceptible en comparación con la distancia a las estrellas.
5. La rotación de la Tierra explica la aparente rotación diaria de las estrellas.
6. El aparente ciclo anual de movimientos del sol es causado por la rotación de la Tierra a su alrededor.
7. El aparente movimiento retrógrado de los planetas es causado por el movimiento de la Tierra desde la cual uno observa.

El más sobresaliente de los axiomas es 7, porque aunque sabios anteriores habían supuesto que la Tierra se mueve, algunos incluso llegaron a proponer que la Tierra gira alrededor del sol, nadie antes que Copérnico explicó correctamente el movimiento retrogrado de los planetas más externos. El propio Copérnico adelantó en su "Breve Comentario" que omitía las demostraciones matemáticas para incluirlas en un trabajo más completo que publicaría más tarde. Sólo 27 años después, ante la insistencia entusiasta de Georg Joachim Rheticus, su joven discípulo, profesor de astronomía de la Universidad de Wittenberg, Copérnico superó su prolongada resistencia a entregar su obra “De revolutionibus orbium caelestium” (Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes) para la publicación.

Rheticus entregó el manuscrito a un experto editor de Nuremberg que solicitó a Andreas Osiander, un teólogo luterano que hiciera la supervisión del texto por su experiencia en la impresión de textos matemáticos, y éste sustituyó el prefacio original de Copérnico con una carta al lector que explicaba que el contenido del libro no debería entenderse como la verdad, sino más bien como un simple método de calcular las posiciones de los cuerpos celestes. La carta no fue firmada. Oslander también cambió sutilmente el título del libro para hacerlo menos orientado al mundo real.



*La obra de Copérnico “De revolutionibus orbium caelestium” (Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes, 1543), viene a destronar la teoría de Tolomeo de un Universo egocéntrico, santificada por una visión idealista del universo, demostrando que los movimientos planetarios se pueden explicar si se atribuye al Sol una posición central. Al establecer un nuevo marco de referencia dejó intacto la "santidad circular" de las órbitas planetarias por lo que tuvo que acudir también a la hipótesis de los epiciclos para explicar el movimiento relativo de los planetas. Sólo la teoría de la gravitación universal elaborada por Newton 150 años después ofrecería la fundamentación de la teoría heliocéntrica copernicana.*

**Imagen: http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Copernicus.html**

Algunos sienten indignación por el comportamiento de Oslander otros creen que gracias a estos cambios el trabajo de Copérnico fue leído y no inmediatamente condenado. Sólo la teoría de la gravitación universal elaborada por Newton 150 años después ofrecería la fundamentación de la teoría heliocéntrica copernicana.

Sin embargo estas ideas fueron rechazadas durante su siglo y el siguiente debido a la ortodoxia católica, luterana (en la persona del propio Lutero) y calvinista. Estas ideas de Copérnico solo fueron aceptadas sin reservas por los neoplatónicos representados por Giordano Bruno (1548 – 1600) y Johannes Kepler (1571 - 1630).

Tycho Brahe (1546 – 1601), propuso un sistema con un carácter ecléctico entre las ideas del heliocentrismo y el geocentrismo y pidió a su discípulo Johannes Kepler (1571-1630) que utilizando los resultados de esas observaciones le confirmara la idea sobre su modelo. Nadie podrá saber si Brahe propuso este modelo ante el temor promovido por la suerte corrida por su contemporáneo Giordano Bruno (1548 – 1600) considerado hereje y quemado en la hoguera por orden del tribunal de la Inquisición.

De cualquier modo, las contribuciones de Tycho Brahe (1546 -1601) a la Astronomía fueron enormes. A los 26 años observa una nueva estrella en la constelación de Casiopea, publicando un breve informe sobre este acontecimiento ("Sobre la nueva estrella nunca previamente vista”, 1573) que significó el descubrimiento de la primera supernova y puso en duda la filosofía aristotélica vigente sobre la inmutabilidad de la región supralunar.



*El napolitano Filippo (Giordano) Bruno (1548 - 1600) ingresó en la orden de los dominicos y recibió instrucción, donde Tomas Aquino había enseñado, en la filosofía aristotélica. A los 29 años abandona Nápoles al haber llamado la atención de las autoridades inquisidoras por sus tendencias heterodoxas. Durante su residencia en Londres, en 1584 escribe sus obras "La cena del miércoles de cenizas" y "Sobre el universo infinito y los mundos". En el primer libro, Bruno defiende la teoría heliocéntrica de Copernico, y en el segundo desarrolla la idea de la infinitud del universo, y sugiere que el universo debe contener infinitos mundos, muchos de ellos habitados por seres inteligentes. Seis años después de la publicación de estos libros al viajar a Venecia es arrestado por la Inquisición. En 1592 es enviado a Roma y durante ocho años es sometido a prisión e interrogatorios periódicos. Al final Bruno rechazó retractarse siendo declarado hereje y condenado a la hoguera. Las actas del juicio y de los cargos que le fueron imputados se perdieron. De cualquier modo, fue otro mártir de la ciencia...*

A partir de entonces, Brahe queda convencido de que el progreso de la Astronomía exigía de observaciones más precisas del movimiento de los cuerpos celestes. Con tal propósito construye un observatorio cerca de Estocolmo, diseña, fabrica, calibra y chequea periódicamente la precisión de sus propios instrumentos e instituye las observaciones nocturnas ("Instrumentos para la Astronomía renovada", 1598). Pronto este observatorio se convierte en institución astronómica de referencia en toda Europa. Brahe cambia también la propia práctica de observación cuando no se contenta con apreciar las posiciones de los cuerpos celestes en ciertas posiciones importantes de sus órbitas sino que reporta el movimiento a través de sus órbitas. El resultado fue que una serie de anomalías nunca antes notificadas fueron reportadas por Brahe. Sin estas series completas de observaciones de precisión sin precedente, Johannes Kepler (1571 - 1630) no habría descubierto que los planetas se mueven en órbitas elípticas.

La obra de Kepler, se publica en un período que abarca el final del siglo XVI y las tres primeras décadas del XVII. En 1597 Kepler publicó su primer trabajo importante "Misterio Cosmográfico". Persigue "deducir" las órbitas planetarias, y en este empeño descubre que a medida que los planetas se alejan del sol su movimiento se hace más lento. Su aproximación a la ley de la gravitación universal en el lenguaje de este siglo se advierte en sus propias palabras: "O bien las almas movientes de los planetas son tanto más débiles cuanto más se alejan del Sol, o bien hay una sola alma moviente en el centro de todos los orbes, esto es, en el Sol, que mueve con más fuerza a los planetas más próximos a ella y con menos a los más alejados". Se viene gestando la nueva dinámica celeste que intenta explicar las causas del movimiento y su formalización matemática. Brahe recibe su obra y lo invita a Praga, al advertir su extraordinario talento matemático, para que calcule nuevas órbitas a partir del arsenal de observaciones acumuladas en su observatorio. Los resultados sobresalientes de esta integración pertenecen al siguiente siglo.

Al tiempo que la Astronomía sufre ahora en Europa un despegue, el siglo XVI representa un despertar en el desarrollo del pensamiento matemático, que pretende edificar una nueva ciencia del movimiento asentada en los experimentos cuantitativos



*Cuando Brahe descubre un nuevo punto luminoso inmóvil en la bóveda celestial, más brillante que Venus, los astrónomos creían observar un lento movimiento del astro que demostrara que no era una estrella y así mantener viva la invariabilidad del orbe estelar. Fue la ocasión para que Brahe desarrollara un sextante gigantesco dotado con un corrector de errores, mostrando lo que constituiría una especie de obsesión en su carrera, la búsqueda de la precisión en las observaciones astronómicas para derivar cualquier generalización sobre el movimiento de los astros. Esta posición se explica en la respuesta dada al joven Kepler sobre su opinión acerca de su primera obra "Misterios del Cosmos": "que haya razones para que los planetas realicen sus circuitos, alrededor de un centro u otro, a distancias distintas de la Tierra o del Sol, no lo niego. Pero la armonía y proporción de este arreglo debe ser buscada a posteriori, y no determinada a priori como vos y Maestlin queréis". Un año después Kepler era su asistente principal, y luego al pie de la cama en que su tutor se le despedía para siempre, parece haber jurado que contra cualquier obstáculo, y fueron muchos los que les deparó su vida, sería fiel a este legado.*

**Imagen: http://www.haverford.edu/physics-astro/songs/Tycho_Brahe.jpg**

Los estudios de balística y la solución algebraica de la ecuación de tercer grado aparecidos en la obra Nova Scientia, en 1537 representan una original aplicación de los conocimientos matemáticos más avanzados de la época al fuego de artillería, y a la descripción de la trayectoria de los cuerpos en caída libre. El autor de estos trabajos, Niccolo Fontana (ca. 1500-1557), más conocido por su apodo de Tartaglia (en italiano tartamudo), fue víctima de un sablazo recibido de pequeño durante la ocupación militar de su ciudad natal, Brescia, que le provocó para el resto de su vida graves dificultades al hablar. No parece rara la inclinación de Tartaglia por los estudios balísticos al conocer que en Brescia se está creando por entonces lo que fuera un fuerte emplazamiento de la industria de armas.

La obra de Tartaglia sentó un criterio muy agudo: la trayectoria de un proyectil es siempre curva, y la bala comienza a descender desde el instante mismo en que abandona la boca del cañón. La afirmación, opuesta al sentido común que advierte que a escasa distancia el tiro se sitúa en el punto de mira, admite la acción de la gravedad durante todo el recorrido y su demostración acude al modelo de experimento imaginario que tanto emplea luego Galilei.

El periodo moderno del álgebra se relaciona con la obra Ars Magna (1545) escrita por el médico y matemático italiano Gerolamo Cardano (1501-1576). La atribulada vida personal de Cardano contrasta con la extraordinaria productividad profesional alcanzada en diversos ámbitos. En 1551 escribe su "Opus novum de proportionibus" donde Cardano trata de aplicar métodos cuantitativos al estudio de la Física, en particular a la caída libre de los cuerpos. Es uno de los primeros en refutar la posibilidad del movimiento perpetuo excepto en el caso de los cuerpos celestes y realiza también importantes contribuciones al campo de la hidrodinámica. En 1552 alcanza como médico celebridad mundial al recuperar la salud del arzobispo de St. Andrews, John Hamilton, aquejado de un asma severa que lo había llevado al borde de la muerte. Cardano hace la primera incursión de la historia en el reino de la teoría de la probabilidad en su libro "Liber de Ludo Aleae", sobre juegos de azar, probablemente terminado hacia 1563 y publicado un siglo más tarde. Se acredita a Cardano la invención del mecanismo de articulación entre la caja de velocidad y la barra de transmisión de los autos y la cerradura de combinación. En 1570, con 69 años de edad fue encarcelado por el cargo de herejía y acusado de hacer el horóscopo de Jesucristo y alabar en un libro a Nerón, torturador de los mártires cristianos. Tras su liberación, cuatro meses después, se le vetó para desempeñar un puesto universitario y para cualquier publicación posterior de su obra.



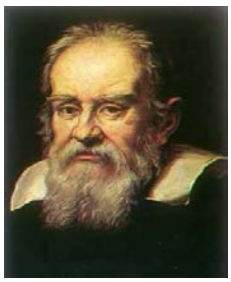
*A los 18 años, Kepler ingresa en la Universidad Protestante de Tubinga, donde aprende con el profesor de matemáticas Michael Maestlin (1550-1635), la teoría heliocéntrica de Copérnico. En sus conferencias Maestlin continuaba enseñando el sistema de Ptolomeo pero en los seminarios entrenaba a sus estudiantes más aventajados con los detalles técnicos del sistema copernicano. Kepler declaró mas tarde que ya por este tiempo era copernicano por razones físicas y metafísicas. Con sólo 23 años es profesor de matemáticas de la Universidad Protestante de Graz, donde permanece durante 6 años hasta 1600, cuando todos los protestantes, en el marco de las medidas de la Contrareforma, son obligados a convertirse al catolicismo o abandonar la provincia. Unos años antes de terminar el siglo publica su primera obra que revela su virtuosismo matemático en el cálculo de las órbitas planetarias y contiene los gérmenes que producirán sus tres famosas leyes en el siglo siguiente. La ley de la gravitación universal sustentada por Newton décadas más tarde encuentra en las ideas de Kepler uno de sus más sólidos pilares. Se afirma que es el autor de la primera novela de ficción "Sueños", donde narra la epopeya de viajeros a la Luna. ¿Fue su sueño?*

**Imagen: http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Kepler.html**

La historia del pensamiento científico debe reconocer en Giambattista Benedetti (1530 – 1590), discípulo de Tartaglia y maestro de Galileo, el planteamiento de dos ideas originales que representan un adiós a la dinámica aristotélica de los ímpetus. La primera concierne a la forma de entender el movimiento circular cuando afirma que este origina en los cuerpos un ímpetu tendente a moverse en línea recta (la idea de la fuerza centrífuga). La otra, de mayor trascendencia, se relaciona con la caída libre de los cuerpos y rompe una tradición inmemorial santificada por Aristóteles, cuando afirma que dos cuerpos caen con la misma aceleración con independencia del peso de ellos. Las bases de la teoría desarrollada por Benedetti se consideran muy parecidas a las que Galileo expone en 1590, en su obra no publicada, De Motu.

Hacia 1585, un ingeniero holandés, Simon Stevin (1548 - 1620), que se había destacado por su asesoría técnica a los ejércitos de las Provincias Unidas (territorios septentrionales de los Países Bajos) encabezadas por el príncipe Mauricio, Conde de Nassau, frente a las fuerzas españolas, escribió un par de libros que contenían sobresalientes aportaciones al campo de la estática y la hidrostática. Inspirado por la obra de Arquímedes, Stevin escribió importantes trabajos en mecánica. Sobresale su obra *De Beghinselen der Weegconst* publicada en 1586 donde desarrolla el famoso teorema del triángulo de fuerzas que le dio un nuevo impulso a la Estática. En este mismo año aparece su trabajo sobre hidrostática que lo hace merecedor según algunos de ser considerado un refundador de esta disciplina al demostrar que la presión ejercida por un líquido sobre una superficie depende de la altura del líquido y del área de la superficie. Como si fuera poco, tres años antes que Galileo, reporta que diferentes pesos caen desde una altura dada en el mismo tiempo. Sus experimentos fueron conducidos usando dos bolas de plomo, una diez veces más pesada que la otra, que eran dejadas caer desde la torre de una iglesia en Delft.

A pesar de que los trabajos más importantes de Galileo cristalizan en el siglo XVII, una cualidad del pisano no tan bien conocida es la capacidad inventiva que despliega en su juventud y que lo convierte a fines del XVI en autor de dos patentes de invención. Según se narra, en 1592 mientras enseñaba en la Universidad de Padua, Galileo, dado su permanente interés en los dispositivos mecánicos, frecuentaba un lugar próximo a Padua dónde fondeaban y se cargaban las naves venecianas, poniéndose así en contacto con los adelantos de la época en materia de tecnologías náuticas y de construcción naval. Allí se enfrenta con el problema que involucra la colocación de remos en las galeras, y entonces concibe el remo como una palanca y el agua como punto de apoyo.



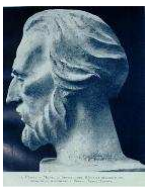
*Galileo estudió en la Universidad de Pisa, y posteriormente se desempeñó como catedrático de Matemáticas desde 1589 a 1592. Durante este tiempo, inició un libro, De motu ("Sobre el Movimiento"), que nunca publicó, pero que permite seguir el desarrollo inicial de sus ideas en relación al movimiento. Una de las proposiciones fundamentales de la filosofía aristotélica es que no hay efecto sin causa. Aplicada al movimiento de los cuerpos se puede afirmar que no hay movimiento sin fuerza. La velocidad, entonces es proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la resistencia. Esta noción aplicada a los cuerpos que caen, reconoce al peso como la fuerza que impulsa al cuerpo hacia abajo y la resistencia es ofrecida por el aire o el agua. Si el peso determina la velocidad de la caída, entonces cuando dos diferentes pesos son lanzados desde una altura dada el más pesado caerá más rápidamente y el más ligero más lentamente, en la proporción de los dos pesos. Galileo es el representante por excelencia de la corriente que comienza en el siglo XVI a edificar una nueva ciencia del movimiento asentada en los experimentos cuantitativos. Durante las dos décadas siguientes Galileo refinó los experimentos, cambió sus ideas, y llegó a establecer la ley de la caída de los cuerpos.*

**Imagen: http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=23257**

Un año después, patentó un modelo de bomba, dispositivo sencillo que levantaba el agua usando sólo un caballo. Galileo describió su invención como: "estructura conveniente de muy fácil uso, y barata para la elevación de agua y la irrigación de terrenos, con el movimiento de un solo caballo, capaz de verter continuamente unos veinte cucharones grandes de agua". Por otro lado su afán por medir una propiedad asociada con el calor transferido por los cuerpos diseña y construye en 1597 un termómetro primitivo. El termoscopio, que aprovecha los cambios de densidades que experimenta el aire con las variaciones de temperatura, consiste en un bulbo de vidrio de forma y tamaño ovoidal con un largo y delgado cuello que se sumerge parcialmente, por su extremo invertido, en un frasco lleno de agua. Al calentar el bulbo ovoidal el aire se expande empujando la columna del agua. El instrumento simple e inexacto había dado nacimiento a la termometría y por consiguiente a la termodinámica.

El representante más importante del movimiento iniciado en el campo de las Matemáticas está representado por el francés F. Viéte (1540 – 1603) quien se considera el primer autor de un tratado moderno de Álgebra por la obra publicada en la última década del siglo XVI. Sus trabajos especialmente en la teoría de números sirvieron de antecedentes para las investigaciones matemáticas del siguiente siglo.

La cartografía y la geografía también experimentaron notables progresos que se concretan en los estudios y la obra del matemático y geógrafo flamenco Gerardus Mercator (1512 - 1594). Mercator había ingresado en 1530 en la Universidad de Lovaina, en la casa de estudios que enseñaba durante dos años la filosofía aristotélica. Decepcionado con estos estudios decide emprender un viaje que lo lleva por diferentes ciudades, entre ellas Malinas y Amberes, que le despiertan un profundo interés por la Geografía. El primer mapa del mundo que produce Mercator usando el método de proyección aparece en 1538. Este mapa es notable por ser el primero en representar a América como un alargamiento desde las regiones norteñas a las regiones del sur y por dar a América del Norte este nombre. Durante diez años Mercator trabaja en la confección de un globo celestial que completa en 1551 usando el modelo del Universo descrito por Copérnico. En 1568 ideó un sistema de proyección de mapas que lleva su nombre. Este sistema representa los meridianos como líneas paralelas y los paralelos de longitud como rectas que se cruzan con los meridianos formando ángulos rectos. Muy utilizado en navegación, permite trazar una ruta en línea recta entre dos puntos de un mapa, que se puede seguir sin cambiar la dirección magnética o de la brújula. La llamada "proyección Mercator", durante 400 años ha sido aceptada como la verdadera representación plana de nuestro planeta.



*Se afirma que el geógrafo flamenco Gerardus Mercator sufrió prisión en 1544 por supuesta práctica hereje y que la Universidad de Lovaina lo apoyó obteniendo su libertad meses después. Una suerte bien distinta corrió otro graduado de esta Universidad,* el *medico y filosofo español Miguel Servet (1511-1553). La teocracia calvinista de Ginebra, contraria a su interpretación de la Santísima Trinidad y lo que parece mas inconcebible opuesto a la nueva visión fisiológica de Servet lo acusa de herejía y blasfemia contra la cristiandad, y lo condena a morir quemado en la hoguera. En su obra Restitutio christianismi, Servet describe con rigor la circulación pulmonar.*

**En la imagen: Miguel Servet, Imagen: www.ictp.trieste.it/~colavita/htmls/y5.htm**

A partir del siglo XVI se suman a los médicos, como aliados del desarrollo de la Alquimia, los interesados en la minería. Tal vez la cabeza más visible de los cambios que se vienen experimentando en este campo se personifica en la figura de T. Bombastus (Paracelso, 1493 – 1541)**.** Paralceso inicia un movimiento conocido como iatroquímica o química médica. Aunque hereda el lenguaje místico de los alquimistas, sus ideas representaron un punto de viraje, pues su quinta esencia no es fruto del anhelo estéril de transformación de metales en oro, sino fuente iniciadora, aún expresada vagamente, de la quimioterapia que siglos más tarde fundara Paul Erlich con el preparado arsenical conocido como salvarsán.

En el otro polo de la actividad pre-química nos encontramos con Georg Bauer (Agrícola, 1494 – 1555), residente en la más grande región minera europea del siglo XVI, considerado como el padre de la mineralogía. La obra de Agrícola, despojada de la especulación alquimista es el primer tratado de mineralogía fundamentado en la observación, la práctica y las técnicas industriales más avanzadas de la época.

La medicina del renacimiento también marcó un viraje en diversas concepciones anatómicas aceptadas durante miles de años desde la obra de Galeno en el segundo siglo de nuestra era, en primer lugar gracias a las observaciones del cuerpo humano realizados por el anatomista y fisiólogo del renacimiento europeo, el belga Andrés Vesalio (1514- 1564), e ilustradas fielmente en sus obras por un discípulo del Tiziano. Su etapa productiva se relacionó con sus investigaciones en la Universidad de Padua conducidas durante cinco años. Uno de los discípulos de Vesalio en la Universidad de Padua, Realdo Colombo (1516-1559), quién fuera luego su sucesor en la cátedra de Anatomía describió en su obra póstuma De Re Anatómica, la circulación pulmonar. La revolución en el terreno de la fisiología era cuestión de años y sería impulsada por la obra de un joven médico inglés, que vino del otro lado del Canal de la Mancha para doctorarse en Padua, de nombre William Harvey (1578-1657).



*Para la Física, el final del siglo XVI va a representar pasos balbuceantes en la construcción de instrumentos ópticos y en la edificación de una teoría magnética. El primer microscopio fue construido hacia 1595 por los fabricantes de lentes, hijo y padre, Hans y Zacarias Janssen, en Milderburg, Holanda. Mediante dos lentes separadas construyeron un primitivo artificio que permitió la ampliación de la imagen del objeto entre 3 y 9 veces. Más que un instrumento científico fue considerado una atractiva curiosidad. Alrededor de sesenta años faltaba para que fuera perfeccionado y empleado para abordar el mundo de los microorganismos.*

**Imagen: Zacarias Janssen, micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/antiqueimages/janssen.jpg**

La doble coyuntura en que se ve envuelto el cirujano francés Ambroise Paré (1507-1591), las guerras religiosas y la aparición en el escenario bélico de la primera arma "ligera" portátil, el arcabuz, le hace asistir a un numeroso grupo de heridos y lisiados. De esta experiencia, publica en 1545 su obra “El método de tratar las heridas hechas por los arcabuces y otras armas de fuego; y...; también de las quemaduras especialmente hechas por la pólvora de cañón” en la cual propone la sustitución del tratamiento por cauterización con aceite hirviente de las heridas por la sutura de los vasos, innovaciones en el tratamiento de las fracturas y promueve la inserción de extremidades artificiales. Se ha afirmado que Paré representa para la cirugía del renacimiento lo que Vesalio significó para la anatomía.

Para la Física, el final del siglo XVI va a representar pasos balbuceantes en la construcción de instrumentos ópticos y en la edificación de una teoría magnética. En 1571 un fabricante inglés de instrumentos de navegación, Robert Norman publicaba en un pequeño libro “The Newe Attractive” un importante descubrimiento que ponía de relieve el magnetismo de la Tierra. Resulta que Norman observó que si una aguja estaba equilibrada sobre su eje antes de imantarse, posteriormente su extremo norte será atraído hacia abajo y habrá que golpearla ligeramente para restablecer su equilibrio. Esto demostraba que el campo magnético de la tierra no corría paralelo a su superficie sino que declinaba la aguja imantada al ejercer una fuerza dirigida hacia su centro.

Apenas tres décadas después del descubrimiento de Norman, otro inglés este médico e investigador, William Gilbert (1544 - 1603), publicó una obra en 1600 que se consideró un clásico de la época en materia de electricidad y magnetismo. En “De Magnete” Gilbert, perteneciente a esa legión de egresados de Medicina según el currículo medieval que se ganan la vida cómo médicos (Gilbert sirvió en la corte de Isabel I), pero sienten la necesidad de investigar en otros campos, desarrolla las ideas primarias sobre el carácter sustancial de la electricidad al atribuirle propiedades semejantes a la de los fluidos, nociones que encajan bien con las primeras hipótesis sobre las diferentes formas de la energía que serían refinadas más de un siglo después.



*Respecto a los fenómenos magnéticos, Gilbert, auxiliándose de imanes pequeñísimos pudo seguir las líneas de fuerzas tangenciales de una esfera magnética en su convergencia hacia los polos y, al apreciar la diferente inclinación de estos imancitos a diferentes latitudes respecto a los polos de la esfera no dudó en relacionar estos resultados con los obtenidos por Norman en sus estudios del comportamiento de la brújula. En resumen, Gilbert relaciona la polaridad del magneto con la polaridad de la Tierra y edifica una filosofía magnética sobre la base de esta analogía. Ahora la causa del magnetismo apunta hacia el interior de la tierra y no hacia los cielos como algunos habían supuesto. Sus principios fueron aplicados también a una dinámica celeste que ponía como causa del movimiento de los planetas la fuerza proporcional – según el propio Gilbert - a la cantidad de materia del imán contenido en la capa interior de cada planeta.*

**Imagen: www.corrosion-doctors.org/Biographies/images/gilbert.jpg**

Mientras la Matemática avanza, la Alquimia agoniza para dar paso a una ciencia experimental, la Medicina destierra los errores de Galeno e incuba grandes avances, y la Física, luego de generar un cambio de paradigma en la Astronomía que se mantuvo vigente durante más de mil años, profundiza en la modelación del movimiento mecánico de los cuerpos. Se abona así el terreno para cristalizar la obra de Newton en el siglo XVII. Toda la Ciencia posterior iba a recibir su impacto..




*Si el Renacimiento en las ciencias se asocia a la Revolución astronómica promovida por la visión copernicana del sistema solar, el siglo XVI se despedía con un descubrimiento que confirmaría la variabilidad celestial. El descubrimiento en 1596 de la primera estrella variable (Mira, en latín Mirus: maravilloso) correspondió al astrónomo y pastor luterano David Fabricius (1564 -1617). Su nombre se relaciona también con el descubrimiento de las manchas del sol, pero este hallazgo reportado en el siguiente siglo se disputa por varios astrónomos.*

*Mira es una estrella gigante roja que sufre dramáticas pulsaciones, que la convierten en una estrella más de 100 veces más brillante en el curso de un año. Mira es una de las mayores estrellas conocidas, con un diámetro de 354 millones de km, algo mayor que el diámetro de la órbita de la Tierra. y está solo a 400 años luces de nuestro planeta.*

**Imagen: http://www.physorg.com/newman/gfx/news/firstdetecti.jpg**

**BIBLIOGRAFÍA:**


Abascal, Juan Manuel; Almagro-Gorbea, Marín (2004): *América Precolombina*. Historia y Arqueología de las Civilizaciones. Biblioteca Virtual Miguel D Cervantes. http://www.cervantesvirtual.com/portal/antigua/aprecolombina.shtml

Altshuler José (2003): *A propósito de Galileo*. Editorial Gente Nueva. La Habana.

Barattin Luisa (2000): Galileo Galilei. Institute and Museum of the History of Science of Florence, Italy. http://galileo.imss.firenze.it/museo/4/index.html

Briceño Monico (1999): *Culturas precolombinas*. Universidad de Guadalajara.
http://mexico.udg.mx/historia/precolombinas/olmecas/index.html

Barile Margherita (2002): *Viète, Francois . Scientific Biography.* Mathematicians. A Wolfram Web Resource.
http://scienceworld.wolfram.com/biography/Viete.html

Darling David (2006): *Al Sufi Abd Al-Rahman (903 - 986)*. The Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy and Spaceflight.
http://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/Al-Sufi.html
Davidson Michael W (2003): *Pioneers in Optics.* Florida State University. *Alhazen (965 - 1040)*
http://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/alhazen.html
*Witelo de Silesia (1230 - 1275)*
http://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/witelo.html
*Zacharias Janssen (1580-1638)*
http://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/janssen.html

Debus Allen G. (1998): *Paracelsus and the Medical Revolution of the Renaissance. U.S. National Medicine Library.*
http://www.nlm.nih.gov/exhibition/paracelsus/paracelsus_2.html

De la Selva Teresa (1993): *De la Alquimia a la Química*. Fondo de Cultura Económica. México.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/118/htm/alquimia.htm

Ead Hamed (1998): *Arabic (or Islamic) Influence on the Historical Development of Medicine.* Faculty of Science -University of Cairo, Giza.
http://www.levity.com/alchemy/islam19.html
IDEM: *The Time of Al-Khwarizmi. First Half of Ninth Century*. *History of Islamic Science.* Faculty of Science -University of Cairo. Giza.
http://www.levity.com/alchemy/islam13.html

Escohotado Antonio (2006): Génesis y evolución del análisis científico.
*Tema XII. La Cosmología Renacentista.*
http://www.escohotado.com/genesisyevoluciondelanalisiscientifico/tema12.htm
*Tema XIII. La Ciencia Nueva.*
http://www.escohotado.com/genesisyevoluciondelanalisiscientifico/tema13.htm

Enciclopedia Encarta (2006): *3 Las Matematicas en el Medioevo. 4 Las Matemáticas durante el Renacimiento.* "Matemáticas." *Microsoft® Encarta®* 2006 [DVD]. Microsoft Corporation, 2005.

IDEM: 5. *Astronomía en la Edad Media y 6. La teoría de Copérnico.* Astronomía. *Microsoft® Encarta®* 2006 [DVD]. Microsoft Corporation, 2005.

Figurovski N.A.(1989): *Historia de la Química.* Editorial Pueblo y Educación . La Habana.
*Período de la Alquimia. 12 - 17*
*La época del Renacimiento y su influencia en el desarrollo de la Química.* 18 - 26.

Hach Robert A. (1999): *History of Science.* Department of History. University of Florida.

http://web.clas.ufl.edu/users/rhatch/pages/03-Sci-Rev/SCI-REV-Teaching/HIS-SCI-STUDY-GUIDE/index.htm
*Copernicus' major works*
http://web.clas.ufl.edu/users/rhatch/pages/03-Sci-Rev/SCI-REV-Teaching/HIS-SCI-STUDY-GUIDE/0046_copernicusMajorWorks.html
*The Copernican System*
http://web.clas.ufl.edu/users/rhatch/pages/03-Sci-Rev/SCI-REV-Teaching/HIS-SCI-STUDY-GUIDE/0050_copernicanSystem.html
*The Scientific Revolution*
http://web.clas.ufl.edu/users/rhatch/pages/03-Sci-Rev/SCI-REV-Teaching/HIS-SCI-STUDY-GUIDE/0044_scientificRevolution.html

Hacyan Shahen (1996): *La Revolución de Copérnico y sus consecuencias.* Capítulo 2: El Fin de los mitos. El Descubrimiento del Universo.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/06/html/descubri.html

IMSS (2006): *Galilean patent.* Institute and Museum of the History of Science. Florence. Italy.
*IV.7 Thermoscope*
http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=404007
*IV.15 Water-raising machine*
http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=404015

IET (2006): *Peter Peregrinus.* Archives. Biographies and Features. The Institution of Engineering and Technology.
http://www.iee.org/TheIEE/Research/Archives/Histories&Biographies/Peregrinus.cfm

Martí Beatriz (2005): *Los enigmáticos códices.* Historia. Mundo Maya Online.
*http://www.mayadiscovery.com/es/historia/default.htm*

Mitchell John S. (2005): *El enigma de Quiriguá.* Arqueología. Mundo Maya Online.
*http://www.mayadiscovery.com/es/arqueologia/default.htm*

Monzur Ahmed (1998): *Muslim Scientists and Scholars.* The Muslim Directory on line.
*Mohammad ibn Musa al-Khawarizmi (780-850)*
http://www.ummah.net/history/scholars/KHAWARIZ.html
*Abu Raihan al-Biruni (973 - 1048)*
http://www.ummah.net/history/scholars/BIRUNI.html

*Abu Ali al-Husain ibn Abdallah ibn Sina (Avicenna) (980 - 1037)*
http://www.ummah.net/history/scholars/ibn_sina
*Omar al-Khayyam (c. 1050-1122)*
http://www.ummah.net/history/scholars/KHAYYAM.html

MuslimHeritage.com (2005): *Al-Khazani - Merv's Physicist.* Category: Science
http://www.muslimheritage.com/uploads/Merv.pdf

O'Connor J.J., Robertson E.F. (1999): *History of Mathematics. Mathematicians.* School of Mathematics and Statistics. University of St. Andrews. Scotland.
*Brahmagupta (598 – 670)*
http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Brahmagupta.html
*Kamal al-Din Abu'l Hasan Muhammad al-Farisi (1260 -1320)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Farisi.html
*Leonardo Pisano Fibonacci (1170 -1250)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Fibonacci.html
*Saint Albertus Magnus (1200 – 1280)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Albertus.html
*Roger Bacon (1214 – 1292)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Bacon.html
*Ulugh Beg (1393 -1449)*
http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Ulugh_Beg
http://turnbull.dcs.st-and.ac.uk/~history/ Mathematicians/Ulugh_Beg.html
*Nicholas of Cusa (1401 – 1464)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Cusa.html
*Johann Müller Regiomontanus (1436 – 1476)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Regiomontanus.html
*Leonardo da Vinci (1452-1519)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Mathematicians/Leonardo.html
*Simon Stevin (1548 – 1620)*
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Stevin.html

Pla Alberola, Primitivo (2006): *Cristóbal Colón.* Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.
http://www.cervantesvirtual.com/portal/colon/include/pcolon_colon.jsp?nomportal=colon

Ribnikov K. (1987): *4.3 Las matemáticas en Europa en la Edad Media y en la Época del Renacimiento. 118 – 138*. Historia de las Matemáticas. Editorial MIR. Moscú.

Salah Zaimeche (2005): *Al-Khazani - Merv's Physicist.* MuslimHeritage.com.
http://www.muslimheritage.com/uploads/Merv.pdf

Smith W, Henry (1904): *History of Science.* Project Gutenberg File Converted into HTML pages by Nalanda Digital Library under Etext Conversion Project (ECP).
*Book II*
*Chapter I. Science in the dark age.*
*Chapter II. Medieval Science among the arabians.*
*Chapter III. Medieval Science in the west.*
*Chapter IV. The new cosmology -- Copernicus to Kepler and Galileo.*
http://www.nalanda.nitc.ac.in/resources/english/etext-project/history/science/book2.section2.html

The Franklin Institute (2006): *Chinese Inventions.* Ancient arts and science of China. http://sln.fi.edu/tfi/info/current/inventions.html

Verdugo Pamela (1997): *Nicolás Copérnico. Los Matemáticos y su Historia.* Universidad de Santiago de Chile.
http://www.mat.usach.cl/histmat/html/cope.html

Westfall, Richard S. (1995): *Catalog of the Scientific Community in the 16th and 17th Centurias*. Department of History and Philosophy of Science. Indiana University.

*Nicholas Copernicus (1473 – 1543)*

http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/coprnics.html

*Giovanni Battista Benedetti (1530 - 1590)*
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/benedeti.html
*William Gilbert (1544 -1603)*
http://galileo.rice.edu/sci/gilbert.html
*Tycho Brahe (1546 – 1601)*
http://galileo.rice.edu/sci/brahe.html
*Giordano Bruno (1548 - 1600)*
http://galileo.rice.edu/chr/bruno.html
*David Fabricius (1564 -1617)*
http://galileo.rice.edu/sci/fabricius.html
*Johannes Kepler (1571 – 1630)*
http://galileo.rice.edu/sci/kepler.html

Zubov V. P. (1962): *Las ideas básicas de la Física, ensayos sobre su desarrollo.* Ediciones Pueblos Unidos. Montevideo.
*Las ideas físicas del Medioevo, p. 87 – 120. Las ideas físicas del Renacimiento, p. 135 – 163*

FÍSICOS NOTABLES

# Guglielmo Marconi

**Nació el 25 de abril de 1874, en Bolonia, y murió el 20 de julio de 1937; ambas localidades en Italia.**

**Ingeniero eléctrico, empresario e inventor italiano, conocido como uno de los más destacados impulsores de la radio transmisión a larga distancia, por el establecimiento de la Ley de Marconi así como por el desarrollo de un sistema de telegrafía sin hilos (T.S.H.) o radiotelegrafía.**

**Ganador en 1909 del Premio Nobel en Física, compartido con C. F. Braun.**

**Fuente: Biografías y Vidas.**



**GUGLIELMO MARCONI (1874-1937)**

Hijo de padre italiano y madre irlandesa, cursó estudios en Liorna y más tarde en las Universidades de Bolonia y Florencia, donde se aficionó a los experimentos con las ondas hertzianas. Hacia 1894 comenzó a investigar la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas en casa de su padre en Bolonia, incrementando paulatinamente la distancia entre transmisor y receptor desde los 30 cm hasta los centenares de metros.

En 1895 descubrió que, colocando un generador de chispas de Hertz en lo alto de una varilla, el alcance de la recepción se podía aumentar a varios kilómetros. Construyó un pequeño aparato, cuyo alcance era de 2,5 km, que constaba de un emisor, un generador de chispas de Hertz y un receptor basado en el efecto descubierto por el ingeniero francés Édouard Branly en 1890. Visto el escaso interés que su aparato despertó en las autoridades italianas, Marconi optó por marchar al Reino Unido. Recibió en Londres el apoyo del ingeniero jefe de Correos, y en julio de 1896, tras una serie de mejoras, patentó el invento, que causó cierto revuelo entre la comunidad científica de la época.

El descubrimiento de la radio no deja de estar envuelto en cierta controversia. El físico ruso Popov presentó ese mismo año, ante una audiencia considerable de científicos de la Universidad de San Petersburgo, un receptor de ondas de radio muy similar al de Marconi, que él utilizaba para registrar las tormentas eléctricas. La demostración se realizó días antes de que Marconi consiguiera la patente de su aparato, y por eso los rusos reclaman desde entonces la paternidad del invento. No obstante, parece probado que Marconi realizó la transmisión de señales inteligibles en días anteriores a la demostración de Popov, aunque no ante un auditorio de científicos.

Ese mismo año se asoció con su primo, el ingeniero Jameson Davis, y fundó la compañía Wireless Telegraph and Signal Company, Ltd., inicialmente destinada a dar a conocer el aparato y conseguir soporte económico con el que realizar pruebas y mejoras en su funcionamiento. Más tarde los objetivos de la compañía derivarían hacia la explotación comercial de la radio, y el nombre de la misma se transformó, alrededor de 1900, en Marconi's Wireless Telegraph Company, Ltd.

Marconi y Davis fueron incrementando paulatinamente el alcance de las emisiones montando los generadores de chispas sobre globos aerostáticos y realizando mejoras en el diseño de la antena, hasta que en 1899 lograron atravesar los dieciséis kilómetros que separan las islas británicas del continente. Un año más tarde una emisora montada sobre un barco de la marina británica logró contactar con una estación terrestre situada a 121 km.

El lanzamiento definitivo de este sistema de comunicación fue el equipamiento de dos barcos estadounidenses para que transmitieran los resultados de una regata a los periódicos de Nueva York, hecho que dio considerable publicidad a Marconi y que permitió la fundación de la filial American Marconi Company. El desarrollo de la sintonía supuso la posibilidad de realizar diversas comunicaciones utilizando diferentes frecuencias, y conllevó la famosa patente Nº 7.777 -que acabaría perdiendo en beneficio de N. Tesla, O. Lodge y J. Stone.

En 1901 realizó una comunicación entre San Juan de Terranova y Poldhu, en Cornualles, a través del Atlántico, lo que asombró de nuevo al mundo científico, pues era opinión generalizada entre los hombres de ciencia de mayor fuste que la transmisión de señales de radio no podría superar los 300 km de distancia debido a la curvatura de la tierra. Experimentos posteriores de Marconi mostraron que el alcance de la transmisión era mayor durante la noche que durante el día, lo que venía a demostrar que las ondas de radio se reflejaban en las capas altas de la atmósfera: la incidencia de la radiación solar ioniza estas capas, que absorben mejor las ondas de radio.

En 1909 fue galardonado con el premio Nobel de Física *ex aequo* con Karl Ferdinand Braun, este último por sus trabajos con el tubo rectificador de rayos catódicos. En 1910 logró un alcance de 6.000 millas marinas (más de 11.000 km) entre un buque y la costa. Un año más tarde, al ir a inaugurar una estación emisora en Coltano sufrió un accidente automovilístico que le ocasionó la pérdida de un ojo.

El siguiente descubrimiento de Marconi fue el empleo de ondas de corta longitud de onda, que se reflejan mucho mejor en la ionosfera y que permiten reducir considerablemente la potencia emisora sin merma de alcance. El uso de ondas cortas permitió la comunicación de Inglaterra con las colonias, en particular con Sudáfrica, Australia e India. Con el fin de realizar todas las pruebas pertinentes hizo de su yate Elettra su laboratorio privado.

En 1914 fue elegido senador vitalicio en su país, y en 1919 fue nombrado delegado plenipotenciario de Italia en las conversaciones de paz de París que pusieron fin a la primera guerra mundial, cargo con el que consiguió firmar la paz con Austria y Bulgaria. Fue nombrado marqués en 1929, y un año más tarde presidente de la Real Academia de Italia. Falleció de un ataque cardiaco tras realizar una visita al papa Pío XI; se declaró en el país luto nacional. Entre los trabajos que publicó se encuentran *La telegrafia senza fili* (1903) y *La radiocomunicazione a fascio* (1928), además de numerosos trabajos de investigación publicados en las revistas científicas de la época, entre las que destaca los prestigiosos Proceedings of the Royal Society.



**GUGLIELMO MARCONI**

**Imágenes obtenidas de:**

Google

FÍSICOS NOTABLES

# Carl Ferdinand Braun

**Nació el 6 de junio de 1850, en Fulda, actual estado de Hesse, Alemania, y murió el 20 de abril de 1918; en Nueva York, EE. UU.**

## Ganador en 1909 del Premio Nobel en Física.

***Compartido con Marconi (1874-1937), "por su contribución al desarrollo de la telegrafía sin hilos", especialmente por las mejoras que aportó en el sistema de transmisión (circuitos resonantes acoplados magnéticamente).***

**Autor: J. R. Fernández de Cano.**

**Fuente: Biografías y Vidas.**



**CARL FERDINAND BRAUN (1850-1918)**

En 1909 fue galardonado con el Premio Nobel de Física, Cursó sus estudios primarios en la escuela pública de su ciudad natal, donde dio muestras de poseer una especial aptitud para las Ciencias. En su juventud, se mudó a Marburgo para seguir estudios, en su célebre universidad, de Física Teórica, materia en la que siguió trabajando en la Universidad de Berlín, donde obtuvo el grado de doctor en 1872. Su tesis estaba centrada en las oscilaciones de las secuencias elásticas.

Su carrera docente comenzó en la Universidad de Würburg, donde fue contratado como ayudante del prestigioso profesor Quincke (1834-1924). Poco después, tras una breve estancia en Leipzig como profesor de la escuela universitaria de St. Thomas, regresó a su *alma mater* de Marburgo para impartir clases de Física Teórica, para luego trasladarse en 1880 a la Universidad de Estrasburgo, donde trabajó con la misma asignatura.

En 1883, la Universidad de Karlsruhe lo llamó para que impartiera clases de Física en el Technische Hochschule, en donde estuvo sólo dos años, porque en 1885 fue requerido por la Universidad de Tubinga para que se ocupara de la puesta en marcha de un nuevo Instituto de Física. Al cabo de diez años (1895), regresó a la Universidad de Estrasburgo y se puso al frente del Instituto de Física de dicho centro superior, en donde permaneció hasta la fecha de su muerte (a pesar de que se le ofrecieron interesantes ofertas de trabajo en otras muchas universidades, entre ellas la de Leipzig).

A lo largo de todos estos años, Karl Ferdinand Braun compaginó sus labores docentes con una fecunda dedicación a la investigación, que le permitió realizar brillantes descubrimientos y plasmarlos en innovadores inventos que, como el *oscilógrafo catódico*, habrían de revolucionar los medios de comunicación (especialmente la radio, pero también, andando el tiempo, la televisión y el radar). Trabajó en la telegrafía sin hilos desde los últimos años del siglo XIX, por lo que el propio Marconi -con el quien mantuvo pleitos durante varios años- acabó reconociendo que había "tomado prestada" la patente de Braun.

Tras haber compartido el Nobel con Marconi en 1909, Braun se vio obligado a viajar a los Estados Unidos de América en 1915, en plena Guerra Mundial, para actuar como testigo en un juicio que pretendía defender la estación alemana de telegrafía sin hilos de Sayville de los ataques lanzados contra ella por la British Marconi Corporation. Por hallarse en América, al entrar los Estados Unidos en la guerra, no se le permitió abandonar el país, y falleció en su domicilio neoyorquino de Brooklyn en la primavera de 1918, pocos meses antes de que concluyera la conflagración bélica internacional.

**Descubrimientos e inventos de Braun**

Los primeros trabajos del Físico alemán trataban de las oscilaciones de secuencias y barras elásticas; además, estudió algunos principios termodinámicos para medir la influencia de la presión en la solubilidad de los sólidos.

Pero sus aportaciones más importantes se dan en el ámbito de la electricidad, donde realizó tres descubrimientos fundamentales que hicieron posible el desarrollo de la radio.

**El acoplamiento inductivo de la antena**

El primero de ellos perfeccionó decisivamente las antenas, que por aquel tiempo estaban concebidas como partes integradas en circuito emisor, con la consiguiente limitación de la potencia de los aparatos (pues, con grandes diferencias de potencial, saltaban chispas entre la antena y la tierra donde se hallaba emplazada). Para superar esta limitación, Braun patentó en 1899 el acoplamiento inductivo (por fuerzas magnéticas) de las antenas, que, además de hacer posible la transmisión a larga distancia, elimina esos peligrosos chispazos. En efecto, el diseño de un circuito cerrado acoplado inductivamente a un circuito abierto aumenta la energía de la estación emisora y permite emitir mensajes en direcciones determinadas, algo que venía persiguiendo Braun -y, simultáneamente, Guglielmo Marconi- desde que orientó su trabajo al perfeccionamiento de la telegrafía sin hilos.

**La radio de galena**

Al estudiar con detenimiento las ondas radioeléctricas, Braun realizó su segundo descubrimiento, consistente en la constatación de que algunos minerales cristalinos (y, en especial, la galena) poseen la propiedad de rectificar las ondas eléctricas de alta frecuencia, permitiendo su circulación en un único sentido. Dicho de otra forma, el físico alemán observó que ciertos cristales semiconductores podían actuar como rectificadores y transformar la corriente alterna en continua, permitiendo el paso de la corriente en una sola dirección. Diseñó, entonces, un sencillo filtro en el que la frecuencia de la onda rectificada se reduce hasta la banda del sonido audible, lo que le permitió inventar unos receptores de radio tan sencillos como económicos (las famosas radios de galena de la primera mitad del siglo XX).

**El osciloscopio (o *tubo de Braun*)**

En 1897, Karl Ferdinand Braun construyó el primer osciloscopio, pronto conocido también como *tubo de Braun*. Para desarrollar este invento, el físico alemán adaptó un tubo de rayos catódicos de tal manera que el chorro de electrones del tubo se dirigiera hacia una pantalla fluorescente por medio de campos magnéticos generados por la corriente alterna. Con este instrumento se logra representar gráficamente, sobre dicha pantalla, las señales eléctricas periódicas, utilizando la señal a medir para desviar verticalmente el haz de electrones y ajustando adecuadamente la frecuencia constante de barrido horizontal.

Este invento de Braun revolucionó por completo los experimentos realizados hasta entonces con ondas electromagnéticas, e hizo posible el desarrollo de otros inventos tan determinantes en la historia de la Humanidad como el tubo de imagen del televisor y del radar.

Braun publicó sus experimentos y descubrimientos en la obra titulada *Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft* (*Telegrafía sin hilos a través del agua y del aire*, 1901).

# QUÍMICOS DESTACADOS

# Wilhelm Ostwald

**Nació el 2 de septiembre de 1853 en Riga, Letonia; y murió el 4 de abril de 1932 en Leipzig, Alemania.**

## Ganador del Premio Nobel en Química en 1909.

***Por su trabajo en la catálisis y por sus investigaciones sobre los principios fundamentales que rigen los equilibrios químicos y las velocidades de reacción.***

**FUENTES: Biografías y Vidas – Wikipedia**



**WILHELM OSTWALD (1853-1932)**

Estudió en Dorpat (1872-1875) y ejerció la docencia desde 1877. A partir de 1881 fue profesor en el Politécnico de Riga.

En 1887 obtuvo la cátedra de Fisicoquímica de la Universidad de Leipzig, y ocupó este cargo hasta 1906, cuando se trasladó a Estados Unidos, donde fue durante algún tiempo profesor de la Universidad de Harvard (1905). Posteriormente, abandonó la docencia para dedicarse por completo al estudio y a la investigación.

Sus estudios sobre los principios que rigen los equilibrios químicos y la catálisis le valieron la concesión del premio Nobel de Química en 1909. A este prestigioso químico se debe la formulación de la ley de la dilución (conocida en su honor como Ley de Ostwald), referida a los fenómenos de disociación en las disoluciones de electrolitos, así como el descubrimiento de un método de preparación del ácido nítrico mediante la oxidación del amoniaco. Defendió además una nueva teoría sobre los colores, y fundó en 1920 en Dresde un laboratorio especializado en esa materia.

Además de las memorias científicas (reunidas en el volumen *Abhandlungen und Vorträge*, 1906), expuso los resultados de sus investigaciones en grandes obras sistemáticas, como *Lehrbuch der allgemeinen Chemie* (1885-1888), *Electroquímica, su historia y doctrina* (1894-1895), *Los fundamentos científicos de la química analítica* (1894) y *Líneas fundamentales de la química inorgánica* (1900). Fundó y dirigió, junto con J. H. Van't Hoff, la revista *Zeitschrift für physikalischen Chemie* (desde 1887).

En estrecha relación con esta prodigiosa actividad científica, se interesó vivamente por la historia de la ciencia (fundó la colección de los Clásicos de las Ciencias Exactas, en la que se publicaron varias obras importantes de clásicos de la química, entre ellos, Avogadro), por la pintura y por la filosofía de la ciencia y la filosofía de la naturaleza. En este último campo, en el marco de un empirismo radical, o mejor dicho, de "monismo neutro", análogo al de E. Mach, defendió las teorías energéticas surgidas en la Alemania de la segunda mitad del siglo XIX. En 1902 publicó *Ensayo sobre la filosofía de la naturaleza*, y desde 1901 fundó y dirigió los prestigiosos *Annalen der naturphilosophie*.



**WILHELM OSTWALD**

**Imágenes obtenidas de:**

Google

Escritos del Postgrado

Basado en:

# ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

## *"El contexto epistemológico de la enseñanza de la matemática".*

**ESCRITOS (Parte I) (Febrero 2015). Autor: Dr. Rafael Ascanio Hernández. Referencias a los Escritos del 8 al 12.**



**ENSAYO**

Por: **FANNY M. ARÉVALO P. – C. I. Nº: 12.204.224 > Noviembre 2015**
**Cel.: 0416-8788327 – E-mail: fannymararevalo@gmail.com**
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC**

## RESUMEN

*El presente ensayo hace referencia al trabajo realizado por el Dr. Ascanio R. sobre "El contexto epistemológico de la enseñanza de la matemática", el mismo está fragmentado en una serie de escritos, y en esta oportunidad se considerarán los escritos del ocho (08) al doce (12), entre los cuales figuran temas como: el docente de matemática como ente sociabilizador y la naturalización de la matemática; razonamiento lógico matemático y habilidad numérica; la construcción del conocimiento matemático o la construcción del pensamiento matemático; demostración y comprobación, y los nuevos conocimientos matemáticos.*

### EL DOCENTE DE MATEMÁTICA COMO ENTE SOCIABILIZADOR Y LA NATURALIZACIÓN DE LA MATEMÁTICA

Si bien es necesario el aprendizaje de la matemática en el desarrollo del razonamiento lógico de los individuos, para lograr los conocimientos universales y cotidianos en dicha área, es imperante también la reflexión que deben hacerse los docentes en matemática para desarrollar e implementar estrategias que permitan cubrir tales necesidades considerando las complejidades de la sociedad y los cambios constantes a la que ésta se encuentra sometida, en combinación con los enfoques constructivistas y construccionistas que se promulgan.

Es por ello, que el Conocimiento Matemático Socializado involucra descartar las "recetas didácticas" que hasta ahora se han utilizado; por lo que el docente de matemática debe ser un líder tanto en su comunidad como en el aula de clases ya que tiene desarrollado el pensamiento lógico que le permite pensar y abordar mejor los problemas de su entorno (el inconveniente radica mayormente, en que se ocupa demasiado en sus labores didácticas y no se compromete en la solución de los problemas de su comunidad). Dejando de ser un transmisor de conocimientos para transformarse en sociabilizador, colaborador y asesor comunitario; donde los conocimientos matemáticos deben ser socializados y convertirse en complemento de la cotidianidad ya que mediante su aprendizaje se abordan y resuelven la mayoría de las necesidades humanas.

Estas conjeturas hacen posible que aparezca una nueva interrogante en este proceso transformador: ¿Se construye el Pensamiento Matemático o se construye el Conocimiento Matemático?; tras la realización de la lectura del escrito me inclino por la conclusión que señala que "no construimos pensamientos sino que desarrollamos una metodología de reflexión", lo cual es posible, si el pensar conduce a crear, es decir, es un camino para construir conocimientos, porque el pensar es una cualidad humana innata. Por lo tanto, si el docente de matemática emplea la metodología de reflexión sobre ideas matemáticas cabe la posibilidad de construir conocimientos matemáticos.

La construcción de estos conocimientos involucran dos procesos del pensamiento como la habilidad numérica y el razonamiento lógico matemático, la habilidad numérica se refiere a la aptitud humana en el manejo del conocimiento matemático aplicado a la operacionalidad con los elementos de los conjuntos numéricos, permitiendo la algoritmización de este conocimiento; en el medio educativo esto es asociado con la mecanización y la memorización tipo almacén del conocimiento, pero se llega a su dominio si previamente realizan procesos de razonamiento lógico matemático. Y como ambos coexisten y se interrelacionan dan paso a lo que se denomina razonamiento numérico.

Los conocimientos matemáticos adquiridos serán apreciados como descubrimientos si la cosa en cuestión es preexistente al proceso (como la noción de número, cantidad, relación, entre otras) y una invención si a partir de algo existente o no, se genera o crea algo nuevo (desde la perspectiva teórica o práctica).

En el escrito aparecen dos términos que veo son mal empleados en el ejercicio docente, ellos son demostración y comprobación, pues cuando en matemática se habla de demostrar se hace referencia a la tarea que llevan a cabo los matemáticos cuando tratan de probar por primera vez una teoría nueva o una teoría producto de sus estudios e investigaciones particulares, mientras que hablar de comprobar es referirse a la realización de una revisión que permite corroborar mediante pruebas, la certeza previamente establecida de determinadas proposiciones. Por estas razones, difícilmente en las instituciones escolares se hacen demostraciones de tópicos matemáticos, inclusive las de educación superior, ya que lo que se les propone es la realización de ejercicios que demuestran conocimientos matemáticos existentes.

**DATOS DE LA AUTORA:**

**Fanny M. Arévalo P.** Natural de la ciudad de Barinas, edo. Barinas, Venezuela. Fecha de nacimiento: 13 – 07- 1975. Ingeniero en Computación, egresada de la Universidad Fermín Toro (1999). Profesora en Informática, egresada de la UPEL- IMPM (2012). Especialista en Tecnología de la Computación en Educación, egresada de la Universidad de Carabobo (2014). Docente contratada en la UNELLEZ – VPDS, en el programa de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología, en la carrera Ingeniería en Informática. Docente por horas en la Escuela Técnica Comercial Raimundo Andueza Palacio, en la mención Informática.



**POR: ÁNGEL GONZÁLEZ – C. I. Nº: 19480394 > Noviembre 2015**
**Telf. Nº: 0241-4155509. Cel. Nº: 0424-4440437. E-mail: angelgonzalez.19@hotmail.com**
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC**

Muchas veces los docentes nos preparamos para un ámbito en específico, obviando una gama de posibilidades que nos rodean en el sistema educativo, siendo este sistema la lucha de la gran mayoría, ya no solo es el hecho de obtener un título sino el obtener un cargo, dejando a un lado el legado impartido durante el pregrado. Pero son las necesidades las que hacen posible estas medidas.

El nivel o excelencia trasciende más allá de la educación adquirida durante pregrado. El aporte que cada docente en formación adquiere de sus profesores, es el punto de partida de toda la formación académica, para bien o mejor, la información la fortalecemos y la hacemos propia de acuerdo a la recepción que obtengamos de ella.

Es preciso determinar que como aprendices somos capaces de mal interpretar la información, haciendo de multiplicadores de errores que trascienden en la cultura donde hacemos vida, como docentes tenemos el poder de corregir y auto reflexionar ante aquellas fallas cometidas en el proceso de formación enseñanza y aprendizaje.

No solo se forman docentes en un área específica, se forman docentes integrales, ya que así el pregrado los prepara, que se tenga mayor dominio en cierto contenidos hace la diferencia entre varios, pero la formación y la aplicación de habilidades y destrezas impartidas durante el proceso de formación es el mismo; no se están formando matemáticos, biólogos, físicos u otros, en la escuela o en el mismo liceo, sino que solo son ciudadanos llenos de preguntas que tienen que ver con cualquier índole social, estaremos preparados o bien nos preparamos para estas situaciones. Es aquí la razón de no solo bloquearse a un conocimiento específico y absoluto, la sociedad exige ciudadanos íntegros, capaces de formar a individuos en personas similares y autónomas de sus propias decisiones y acciones, con valores éticos y morales, que solo en casa se fortalecen.

Todas estas virtudes y fortalezas, conducen a pensar que solo son cultos aquellos que poseen un buen estilo de vida, profesional y lleno de exigencias culturales y personales a los que la sociedad les exige. El ser culto es una expresión de todo ser humano, es algo innato que se manifiesta a través de acciones que se ponen en evidencia en ciertas ocasiones. Pero el ser culto es tácito del ser humano, no es algo material que poseemos unos u otros, es más que una regla, es un elemento que forma parte de la personalidad y experiencia de todo individuo. Incluso como docentes, el ser culto es un punto con mayor acentuación, donde el poder cultural a través de la palabra es de suma importancia en los procesos de aprendizajes. Afianzados de la didáctica empleada para que el conocimiento llegue de mejor forma sea globalizado o mundializado, con el fin de que el conocimiento de la matemática sea contextualizado por los aprendices y donde este saber sea empleado para fines comunes de su vida, con la visión de reflexionar, entender y comprender que a través de la matemática el camino a resolver problemas es más fácil.

Como docente y como humanos somos afectivos, por ende siempre expresamos un lado humano que ligado a la aplicación del contenido puede llegar hacer una didáctica exitosa, aunque muchas veces estas situaciones afectivas son erróneas en diversos grupos de aprendices, pero está en ellos, la parte afectiva hacia la matemática lo que hace la diferencia entre muchos, logrando éxitos y méritos, que con la concepción de la matemática el proceso para alcanzar estos logros se hace más rápido o más lento. La lógica es importante en la resolución de cualquier problema, sea de matemática o no, es un problema como tal, el cual amerita una solución lógica y razonable. Todos los problemas requieren de métodos para su resolución, la vida en cierta forma lo es. Seguimos métodos para realizar las cosas y aprendemos a través de errores que se fortalecen de la práctica por el luchar ante una solución.

**DATOS DEL AUTOR:**

**Ángel Alfonso González Delgado.** Licenciado en Educación Mención Matemática (Universidad de Carabobo). Actualmente cursando la Maestría en Educación Matemática (Postgrado Face –UC) y Contaduría Pública (Faces – UC).



**Por: JULI RIVERO – C. I. Nº: 8.278.101 > Noviembre 2015**
**Telf. Nº: 0242-3649414. Cel. Nos.: 0414-1458661/ 0414-4725443. E-mail:** juli722010@hotmail.com
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC**

El rol del docente de matemática como ente sociabilizador y la naturalización de la matemática es de suma importancia en la actualidad puesto que el aprendiz cuando participa y aclara sus dudas sentirá la necesidad de aprender, y este proceso debe ser percibido por los estudiantes de manera natural apoyado en una variedad de estrategias que les permitan sentirse incluidos.

Dado que la matemática es necesaria en el desarrollo del pensamiento o razonamiento lógico de las personas y que posibilita la interacción del ciudadano dentro de su hábitat social, es significativo considerar el conocimiento matemático socializado que conlleva a los docentes de matemática preocupados por ir más allá del papel de ser simples transmisores de una disciplina específica, estando dispuestos a reflexionar sobre el impacto social que se deriva de tener una posición dentro de la cultura como productores de saberes, conscientes que su conocimiento profesional está comprometido con una opción político-cultural, es decir tiene un propósito social.

Las manifestaciones de conocimiento corresponden al momento oportunamente vivido, al devenir evolutivo de la humanidad, relacionado con las circunstancias de la actualidad contextual en la que aparece; Hablar de Conocimiento Matemático Socializado involucra descartar las "recetas didácticas" que hasta ahora se han utilizado; el docente de matemática debería ser un líder en su comunidad. Se supone que ha desarrollado un pensamiento lógico que le permite pensar de mejor modo sobre los problemas locales y esto debería obligarlo a tener una iniciativa social.

El docente deja de ser un simple transmisor de conocimientos para transformarse necesariamente en colectivista y sociabilizador, colaborador y asesor comunitario, guardián de la salud: de la propia, la de su familia y la del prójimo; guardián del ambiente y de los medios de trabajo. En este el caso de los docentes de matemática, también hay que agregar que está obligado a socializar el conocimiento matemático para beneficio de toda la comunidad, y en procura del enriquecimiento progresivo en cuanto a saberes, capacidades, valores y actitudes; debe concebir el aprendizaje matemático como complementador del conocimiento socialmente o comunitariamente compartido.

Lo anterior nos conduce a la siguiente interrogante ¿Pensamiento y conocimiento son lo mismo?, por lo que el "pensamiento", es un "conjunto de ideas desarrolladas por una persona o un grupo de personas", por su parte los científicos y estudiosos sostienen que el ser humano, al nacer, de algún modo ya está pensando. A esto se une la opinión de Heidegger quien afirmó que el ser humano puede pensar porque como ser racional tiene la posibilidad de hacerlo; y si se añade el "pienso, luego existo" de René Descartes, el pensamiento es innato.

Si la práctica de "pensar" ayuda en el desarrollo de la capacidad intelectual, este hábito de ''pensar sobre algo" nos permite reflexionarlo desde diferentes puntos de vista: no construimos pensamientos sino que desarrollamos una metodología de reflexión, y lo cual posiblemente, si el pensar conduce a crear, sea un camino para construir conocimientos. Y esta oportunidad es para todos los seres humanos. ‘‘Pensar sobre la matemática" debe entenderse como la reacción de la mente ante los conocimientos matemáticos almacenados en la memoria; y posteriormente se debe considerar que no es lo único realizable en el contexto de estas acciones.

También esta reflexión sobre la matemática hace posible que un matemático o toda persona interesada, tenga opiniones sobre los entes matemáticos, sus conceptos y hasta sobre las relaciones que pueden existir entre la matemática y otras disciplinas afines; aún más, al interesarse por la génesis y lo genealógico de los conceptos matemáticos actuales, se interna y transita el camino de la filosofía y la epistemología de su ciencia

Esto obliga a hablar de razonamiento lógico matemático. Debemos ubicarnos en un recorrido cognitivo que posiblemente se transita desde los instantes de recepción por parte del estudiante del conocimiento matemático, entre sus etapas de novato a experto, donde se detallan evidencias de retenerlo progresivamente en su memoria a una velocidad mental que depende de la construcción natural de su modo de pensar; recorrido éste cuyo posible final se presenta en el matemático puro o hacedor de matemática, quien manejando con auto exigencia teorías de su ciencia y el conocimiento vanguardista de la misma, se imbuye en el conflicto siempre presente sobre si el matemático es un creador o un innovador pero aun esto, siempre surgen nuevos conocimientos.

Se debe hablar entonces, de habilidad numérica la cual se refiere a la aptitud humana en el manejo del conocimiento matemático aplicado a la operacionalidad con los elementos de los conjuntos numéricos, en un proceso que permite la algoritmización de este conocimiento, estado éste identificado con frecuencia en el medio educativo, con la mecanización y la memorización tipo almacén del conocimiento, pero lo cierto es que nadie llega a su dominio si previamente no realiza procesos de razonamiento lógico matemático, aun sean de características rudimentarias o primitivas.

Al conjugar al razonamiento lógico matemático y a la habilidad numérica, se presenta así: se reflexiona una situación problemática contextualizada a la matemática, se estudian sus elementos y se aceptan las posibles salidas o soluciones (lo que caracteriza en gran parte a un proceso de razonamiento lógico matemático) y luego se establece la metódica a seguir, la algoritmización, que permite obtener los valores adecuados que nos darán las salidas o soluciones esperadas (lo que caracteriza el poseer una determinada habilidad numérica).

Por otra parte, cuando se habla sobre la didáctica el objetivo posiblemente más importante es desarrollar en los estudiantes de la mejor manera posible, en concordancia con el nivel educativo en que se encuentra y su condición etaria, el razonamiento numérico. Tener cierto nivel en ello e irlo desarrollando en su tránsito escolar. De ahí que, cuando en matemática se habla de demostrar se hace referencia a la tarea que llevan a cabo los matemáticos cuando tratan de probar por primera vez, y hablar de comprobar es referirse a la realización de una revisión que permite corroborar mediante pruebas, la certeza previamente establecida de determinadas proposiciones.

Por estas razones, difícilmente en las instituciones escolares se hagan demostraciones de tópicos matemáticos, inclusive las de educación superior cuando en su programación curricular no se tiene por objetivo que sus estudiantes hagan matemática.

---

**DATOS DE LA AUTORA:** Juli Josefina Rivero Moy. Licenciada en Educación - Mención Matemática (Universidad de Carabobo). Actualmente cursante de la Maestría en Educación Matemática (Universidad de Carabobo- Facultad de Ciencias de la Educación). Se desempeña laboralmente en la U. E. “José Antonio Maitín”, donde ha ejercido como Profesora Titular en Matemática y Física (desde el 16/09/2002 hasta la actualidad), Coordinadora de Control de Estudios (Año escolar 2011-2012 y actualmente), Coordinadora de Evaluación (Año escolar 2012-2013). También se ha desempeñado como Profesora Contratada en Geometría Analítica del Básico y Física del Curso Introductorio, 2º Semestre 2004 en el Instituto Universitario de Tecnología Puerto Cabello; y como Profesora de Práctica Docente de Geometría, Semestre Único 1997 en la Universidad de Carabobo.



Por: **RAMÓN NAVAS – C. I. Nº: 18.958.947 > Noviembre 2015**
**Cel:** 0414-4201242 **E-mail:** ramon1310@gmail.com
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC**

En mis clases es común escuchar por parte de mis estudiantes, *"¿Para qué me sirve todos estos contenidos matemáticos?""¿Para qué vemos esto si nunca lo vamos a usar?"*. La matemática debe ser entendida como una ciencia, que incorporada al sistema educativo formal, permite al estudiante el desarrollo del pensamiento lógico que les prepara para afrontar las realidades actuales de su entorno social. Por lo que se supone que el docente de matemática, ha desarrollado un pensamiento lógico que le permite pensar de mejor modo sobre los problemas locales, y esto debería obligarlo a tener una iniciativa social. (Ascanio, 2015).

De aquí nace la construcción de un *Conocimiento Matemático Socializado* (Ascanio, ob.cit.). El cual coexiste a la par de aquellos docentes que no sólo se preocupan por la transposición disciplinaria de los contenidos, sino también lo que éste influye en el entorno del estudiante, su impacto sobre él, por lo que tiene un propósito social.

El docente de matemática sin duda tiene un compromiso, en donde debe poner a la disposición sus conocimientos, habilidades y destrezas en la resolución de problemas y en beneficio de la comunidad en general.

Comparto la propuesta de la *naturalización de la matemática* por parte de Ascanio (ob.cit.), que lo describe desde tres aspectos:

1) La matemática como centro de soluciones a problemas sociales que se presente dentro del entorno del estudiante y en la cual el discente ha sido formado con el conocimiento matemático necesario para obtener dicha solución.
2) Una *educación matemática critica,* donde los conocimientos matemáticos aprendidos en la escuela por parte del estudiante, sean usados para la transformación social de su comunidad.
3) La *resolución de problemas contextualizados*. Estos son problemas que no necesariamente afectan a quien hace el estudio. Pero se trata de la construcción de herramientas y/o algoritmos matemáticos para la resolución de problemas.

***Pensamiento vs Conocimiento.*** Para el Dr. Ascanio (ob.cit.) a través del pensamiento llego al conocimiento, desde mi punto de vista esto es bastante cierto, sin embargo creo que es un proceso de retorno, ya que una vez alcanzado el conocimiento respectivo, debemos nuevamente hacer uso de los procesos del pensamiento para alcanzar nuevos conocimientos o simplemente reconstruir el conocimiento ya aprendido. Entonces, pienso que es una relación de ida y vuelta, donde siempre voy a necesitar del pensamiento para construir conocimiento.

El *"cogito, ergo sum" (Pienso, luego existo)* de Rene Descartes, expuesto en el Discurso del Método, transformó la búsqueda de la razón y además ha dejado como legado la construcción del método científico.

El pensamiento por encima del ser ha sido una gran discusión con el paso del tiempo, dejando atrás el existencialismo de Sartre y dando paso al racionalismo. Ha sido Rene Descartes quien postuló que por encima de nuestra existencia está el pensamiento. Desde que nacemos estamos llamados a pensar, esto debido a nuestra propia capacidad de razonar. Por lo que somos capaces de construir y desarrollar ideas, por lo que es posible tener una opinión personal sobre algo, sólo esto se puede lograr a través de nuestro propio pensamiento. (Ascanio, ob.cit.).

Por lo que podemos decir que el pensamiento no se construye, ya que el mismo es innato por parte del ser humano, lo que sí es posible crear, es lo que Ascanio (ob.cit.) llama una metodología de reflexión, siendo el resultado de la acción de pensar. Así entonces al existir el ser humano su pensamiento ayuda a la construcción de conocimientos. Entonces el matemático a través de la metodología de la reflexión tiene la posibilidad de construir conocimientos matemáticos.

***Razonamiento Lógico Matemático vs Habilidad Numérica.***

Al hablar del razonamiento lógico matemático nos referimos a la aprehensión del conocimiento matemático, por lo que es capaz de analizar, relacionar, comprender y auto-regular los contenidos matemáticos y hacer uso de los mismos en el momento indicado. (Ascanio, ob.cit.).

Mientras que la habilidad numérica se refiere a la aptitud del ser humano con el manejo de los conocimientos matemáticos, es decir se traduce a la capacidad con los elementos del conjunto numérico, por lo que podemos decir que es el proceso de mecanización y memorización disciplinaria. (Ascanio, ob.cit.).

En muchos casos reducimos la matemática a la simple resolución de ejercicios, en donde sólo evaluamos si el estudiante realiza los procedimientos correctos de los algoritmos lógicos matemáticos para alcanzar un resultado, es decir, tenemos un proceso de evaluación donde contabilizamos más los errores cometidos que los alcances del razonamiento lógico matemático obtenido por el discente, por lo que tenemos un proceso evaluativo dirigido más hacia la habilidad numérica que a lo primero.

En la medida que conjuguemos tanto el Razonamiento Lógico Matemático como Habilidad Numérica, estaremos en presencia de un razonamiento numérico. Es decir, somos capaces reflexionar un problema matemático, se comprenden, se analizan y/o se estudian los elementos que integran la problemática y luego se establece la metodología a seguir, es decir, se construye el algoritmo lógico matemático para resolución del inconveniente presentando (Ascanio, ob.cit.)

***Demostración vs Comprobación*.** Uno de los errores que cometía con frecuencia era referirme a la demostración, a la comprobación o verificación como lo mismo; sin embargo, luego de analizar los términos comprendí sus diferencias. La definición de demostración encontrada fue: “hacer patente que determinada cosa es verdad o se cumple, generalmente por medio de algún razonamiento o acción”, mientras que comprobación o verificación se define como “pasar a tener la certeza de la veracidad de una suposición, un dato o un resultado obtenido anteriormente mediante demostración o pruebas que los acreditan como ciertos”.

Es decir, cuando nosotros estamos realizando una demostración estamos generando nuevos saberes, estamos realizando un estudio de algo desconocido hasta el momento para llegar a una conclusión, y a partir de esa conclusión llegar a una decisión. Por los que las premisas o hipótesis son demostradas en una sola ocasión.

Mientras que cuando verificamos o comprobamos estamos simplemente confirmando la verdad de algo, y para ellos hacemos uso de teoremas, leyes, principios, axiomas que nos permitan llegar a la conclusión de algo que ya fue demostrado con anterioridad.

Por lo que es muy difícil encontrar que dentro de nuestro sistema educativo actual podamos llegar a una demostración, ya que como comenté anteriormente nuestras clases van dirigidas simplemente a la comprobación de cierta habilidad matemática para ciertos contenidos por parte del estudiante, por lo que realmente nosotros no hacemos matemática dentro del aula de clase. (Ascanio, ob.cit.).

Me gustaría culminar con la siguiente frase,

*“El trabajo del pensamiento se parece a la perforación de un pozo: el agua es turbia al principio, más luego se clarifica.”* ***Proverbio chino.***

---

**DATOS DEL AUTOR:**

**RAMÓN ALEJANDRO NAVAS TORREALBA**. Natural de la ciudad de Valencia, edo. Carabobo, Venezuela. Fecha de nacimiento: 13/10/1988. Licenciado en Educación Matemática, egresado de la Universidad de Carabobo (2014). Experto en Tecnología de la Informática y Comunicación: HTLM Online, Linux Básico, Linux Avanzado. Docente de las asignaturas: Matemática I y II en la Universidad José Antonio Páez, Facultad de Ingeniería. Facultad de Ciencias Sociales. San Diego, Estado Carabobo



Por: **MAIRA MENDOZA – C. I. Nº: 21.455.599** > **Noviembre 2015**
**Cel.:** 0412-4659627 E-mail: mairamendoza1503@gmail.com
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC**

# EL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO SOCIALIZADO

Muchas veces el conocimiento matemático, se puede dominar y comprender pero esto no es suficiente, nada se hace si todo aquello que manejamos de forma individual, no lo integramos para la solución de los problemas de nuestra comunidad. Es necesario que entendamos, que se debe crear una conciencia social por parte de los que manejan las ciencias exactas, específicamente la matemática, para que esa practicidad que manejan al razonar y ordenar los pensamientos y enunciados de forma lógica, dando soluciones satisfactorias a los problemas con estas, puedan ser aprovechadas y no solo por ellos, sino en la búsqueda del bien común de todos los actores sociales que rodean el entorno y espacio de convivencia.

Es decir debe existir de forma voluntaria, en los que enseñan la matemática, el rol docente como activista comunitario, para que el trabajo no se quede estancado en una pura transmisión de la información, en las instituciones, sino que exista un compromiso social y de participación activa en la comunidad, por parte de estos, que a través de la facilitación que tienen del conocimiento, por el constante manejo de argumentos lógicos, puedan lograr el cambio.

Pero en nuestra acción transformadora, y en la búsqueda de la mejora de la persona en formación, que día a día, comparte en nuestras aulas y con el cual compartimos en formar interrelacionada el conocimiento, ¿qué es lo que se debe construir? En una visión particular, debemos construir el conocimiento matemático, a través de pensar la matemática, es decir debemos pensar de modo matemático, para hacer llegar a los que nos rodean el conocimiento matemático de una manera comprensible y aplicable. Pero también, por otra parte, es nuestro deber usar todo ese conocimiento matemático, para enseñar a nuestros estudiantes a enfrentar las problemáticas que se presenta en su día a día, y darle una calidad de educación que permita el crecimiento en todos los niveles.

Por eso no podemos quedarnos aislados, ni muchos menos aislar el proceso de aprendizaje de los factores sociales, y esto tendrá mayor nivel de incidencia en la medida que ese conocimiento sea aplicable a la solución de problemas de orden comunitario, la solución que pueda brindarse estará sujeta a la perspectiva que se tenga, pues se puede obtener una gran variedad de aplicaciones del contenido matemático en el plano social. Y que permitirán no solo el crecimiento de las personas a las cuales se enseñan, sino también del docente que tendrá la oportunidad

Es muy importante, tener presente la importancia del proceso del pensamiento, al momento de impartir el conocimiento matemático, pues este es el vehículo que conduce lo que recibimos, hasta transformarlo en lo que conocemos, de manera individual, personal e innata en cada uno de los seres humanos, por eso independientemente de la forma en la que manejemos la enseñanza, debe existir un proceso de motivación intrínseca, que active el pensamiento y la necesidad de percibir algo, si bien el docente puede realizar diferentes estrategias, estas deben estar orientadas a desarrollar el razonamiento numérico.

Es vital tener claro que en la medida que desarrollemos la habilidad del razonamiento numérico en nuestro estudiantes haremos de ellos seres más capaces y dispuestos a resolver problemáticas, y priorizar elementos de orden social, pero que es el razonamiento numérico, parafraseando un poco lo expresado por Ascanio (2015), se puede considerar como la conjugación de lo que es el razonamiento lógico, es decir el modo en la que procesamos el conocimiento matemático y la habilidad numérica, que de forma sencilla puede ser expresada, como la capacidad de manejar las diversas expresiones matemáticas. Es decir todo lo referente a las operaciones matemáticas desde el punto de vista mecánico.

**¿Enseñamos a descubrir o a inventar?**

Existen claro otros aspectos entorno a la enseñanza de la matemática que dejan ciertos vacíos en cuanto a su significado, y que interfieren en la determinación de lo que se busca hacer en nuestras aulas de clase, pues, por ejemplo al momento de la enseñanza debemos saber, cuando nos referimos a descubrir o a inventar, ya que uno no tiene que ver con el otro, en lo referente a su significado. Independientemente que al estudiante debería tener por parte del docente, la motivación y disposición a dejar las puertas abiertas, para que este se anime tanto a descubrir, como a inventar.

Cuando se hace mención del término descubrir conocimientos matemáticos, es en cierto modo conocer algo, que ya estaba establecido y existía, aun cuando nuestros estudiantes o nosotros mismos, no eran cocientes, que eso ya existía, mientras que el inventar es referido a crear algo nuevo, o resolver algún dilema que en el pasado no pudo ser resuelto, sin embargo desde un punto de vista, se podría considerar que si toman elementos ya existentes, y con ingenio se llegan a nuevas conclusiones entonces también es inventar.

Un ejemplo de esto, se podría plantear, cuando nos encontramos impartiendo la asignatura, y vemos como de forma ingeniosa y a través de los nuevos conocimientos obtenidos, algunos estudiantes se plantean otros caminos y crean para dar con la misma respuesta, planteándose nuevas alternativas de solución. Si bien no es inventar, por lo menos se deja abierta la posibilidad de que estos se tracen caminos personales como resultado de sus procesos mentales, que le permitan resolver el problema.

**¿Los docentes de educación matemática al impartir conocimientos demostramos o comprobamos?**

Comúnmente y con mucha más frecuencia de lo que se cree, quizá por el abuso del lenguaje, durante el planteamiento de los diferentes ejercicios de resolución práctica, que se dan al momento de la enseñanza los docentes utilizan el término demostrar, cuando el termino correcto que debemos emplear es el de comprobar. Para eso haremos un análisis un poco más exhaustivo a lo que se refiere: hacer demostraciones es darle validez por primera vez a algo que aún no tiene firmeza, mientras que al comprobar solo vamos a verificar que se cumple un hecho que pasó por un proceso de demostración a priori.

En el campo de la enseñanza, por lo menos a nivel básico y diversificado, no se buscará hacer demostraciones, pues esto sería construir y crear matemática, y lo que se busca es que los estudiantes dominen la asignatura a nivel básico, por eso lo que debemos buscar es comprobar con ellos si son ciertas o no tales afirmaciones de corte matemático.

Entonces se podría concluir, que dentro de los aspectos más representativos, se encuentra el hecho de que no debemos desfallecer si muchas veces no se logran los objetivos esperados durante la enseñanza, pues es un proceso, donde no solo interviene el docente, sino que el aprendizaje y la enseñanza se verán afectados de diferentes elementos y de diferentes formas, ya sean sociales, motivacionales y afectivas. Sin embargo como docentes de matemática, jamás podemos desligarnos de todos los aspectos situacionales, pues es nuestro deber aportar el conocimiento que se posee a la mejora común y al desarrollo integral de nuestros estudiantes. Así bien trabajar en conjunto, para poder lograr un conocimiento matemático socializado.

**DATOS DE LA AUTORA:**

**Maira Alejandra Mendoza Calzada.** Natural de Bejuma, edo. Carabobo. Venezuela. Fecha de Nacimiento: 15-03-1992. Licenciada en Educación Mención Matemática (Universidad de Carabobo). Actualmente cursando Maestría en Educación Matemática. Se ha desempeñado como docente en Universidad Nacional Experimental De La Fuerza Armada Nacional Bolivariana (U.N.E.F.A), y en las Instituciones Educativas: U.E “Colegio Valle Verde” (Matemática y Física), U.E CNEL (b) “ADOLFO VALBUENA BRAVO” (Matemática y Desarrollo de habilidades del pensamiento – DHP) y LN “ANTONIO M. LETTERON” (Matemática y Física).

# Las fábricas de premios Nobel

Por: **Sergio C. Fanjul** > 28-09-2015

FUENTE: E El País



**(© Iván Martínez) François Englert (izq.) y Peter Higgs, galardonados con el Nobel de Física, en la Universidad de Oviedo en 2013.**

En 1905, su *annus mirabilis*, Albert Einstein halló el fundamento de muchas de sus contribuciones a la ciencia: el movimiento browniano (ese desplazamiento errático que describen los granos de polvo que flotan en el agua y que evidencia la existencia de las moléculas), la teoría de la relatividad especial, la equivalencia masa-energía (inmortalizada en la famosa ecuación $E=mc^2$, que vemos ahora en tantas camisetas de los jóvenes) y el efecto fotoeléctrico. Por este último (y no por la relatividad) Einstein recibió el Premio Nobel de Física en 1921. ¿En qué avanzado centro de investigación obró el más célebre de los físicos estos prodigios intelectuales? Pues, aunque Einstein había estudiado en la Universidad de Zúrich, no obtuvo plaza de profesor en ella y durante ocho años, incluido el milagroso 1905, fue un gris trabajador de la oficina de patentes de Berna.

Hoy las cosas son muy diferentes: resulta prácticamente imposible que un investigador consiga hacer aportes reseñables a la ciencia sin el apoyo de una gran institución, y un puñado de universidades se reparten buena parte de los descubrimientos, el prestigio y premios como el Nobel o los españoles Princesa de Asturias (hasta hace poco Príncipe de Asturias), otorgado por la Fundación Princesa de Asturias, o el recientemente fundado Fronteras del Conocimiento, instituido por la Fundación BBVA.

Los nombres de estos centros son de sobra conocidos y la mayoría pertenecen al mundo anglosajón: Harvard, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Chicago, Berkeley, Columbia, Cambridge, Stanford, Oxford, etcétera, aunque también los hay en el ámbito europeo continental, como la Universidad de Heidelberg, Múnich o París. Lo cierto es que es difícil ser preciso a la hora de contabilizar los premios Nobel que tiene cada uno de estos centros.

**EL BOSÓN EN ASTURIAS.**

Los premios Princesa de Asturias se centraron en sus primeros años en el mundo iberoamericano. “Pero pronto la Fundación Princesa de Asturias (entonces Príncipe) se dio cuenta de que si se quería alcanzar la excelencia había que abrir el abanico y abarcar la investigación global”, explica Teresa Sanjurjo, directora de la institución.

Ahora, si se rebusca un poco en el currículum de los premiados en Investigación Científica y Técnica, Ciencias Sociales o Humanidades, es fácil encontrar alguna conexión con las grandes instituciones multipremiadas. “De hecho son esos centros los que más se esfuerzan cada año en presentar candidaturas, como también los investigadores premiados en ediciones anteriores”, afirma Sanjurjo. Aunque también intentan poner el foco en otras realidades, como demuestran los premios otorgados a la Universidad Nacional Autónoma de México o al Instituto Max Planck alemán.

Un buen puñado de elegidos ha recibido tanto el Nobel como el Princesa de Asturias: es el caso del físico Peter Higgs, que postuló el bosón que lleva su nombre y que, curiosamente, ganó ambos galardones el mismo año, 2013.

Teresa Sanjurjo recuerda la visita que realizó Higgs a la Universidad de Oviedo, en la que compartió protagonismo con François Englert. “Fue muy emocionante: los alumnos de la Facultad de Ciencias hicieron pancartas y le vitoreaban”. Pero no solamente esta Universidad se beneficia de los premios Princesa de Asturias. “Organizamos encuentros cada año para que los investigadores españoles de la misma área del premiado puedan tener contacto privado con él, cosa que en otras circunstancias podría resultar difícil”, dice Sanjurjo. Se trata de una pequeña contribución a la difusión del conocimiento científico.

En algunas ocasiones se cuentan los premiados que se han licenciado, doctorado, o también los que en alguna ocasión han enseñado o investigado en la universidad: así, si un premiado ha pasado por varias, todas se apuntan el tanto. En otras, se contabiliza solamente la universidad a la que está vinculado el premiado en el momento de recibir el premio o la universidad donde se formó.

**FICHAR PREMIADOS.**

Haciendo las cuentas de la primera manera “una universidad que quiera mejorar su reputación solo tiene que fichar premios Nobel para su plantel; lo que es más complicado es formar alumnos que luego se conviertan en investigadores de prestigio y sean galardonados”, explica Juan Manuel Mora, vicerrector de Comunicación de la Universidad de Navarra y promotor del foro internacional Building Universities Reputation. Por ejemplo, en 2000, *Los Ángeles Times* denunciaba que la Universidad de Chicago contabilizaba a cualquier premiado que en algún momento hubiera pasado por sus pasillos, obteniendo así 72 *nobeles*, mientras que solo 17 de ellos eran miembros de su claustro de profesores cuando recibieron el galardón. La diferencia es notable.

En cualquier caso, los premios Nobel repercuten muy positivamente en la reputación de una universidad y algunos de los *rankings* universitarios más prestigiosos, como el Shanghái, los tienen muy en cuenta: un 30% del peso de la nota depende de los Nobel obtenidos por antiguos alumnos o actuales profesores. Según esta lista, el *Top 5* lo conforman actualmente y por este orden: Harvard, Stanford, MIT, Berkeley y Cambridge, todos anglosajones. Esta manera de valorar a los centros educativos también ha recibido críticas por su parcialidad.

Los 'rankings' más prestigiosos puntúan hasta con un 30% los galardones obtenidos por alumnos y docentes.

¿Y en España? En España ha habido ocho premios Nobel, pero solo dos de ellos han tenido que ver con la investigación científica (el resto han sido de Literatura). El bioquímico asturiano Severo Ochoa recibió el Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1959 por el desciframiento de la clave genética y pasó temporadas en algunos centros de prestigio, como la Universidad de Nueva York o el Instituto Max Planck de Berlín. Por otro lado, y sorprendente para los tiempos que corren, el médico aragonés Santiago Ramón y Cajal, premiado en 1906 por el desarrollo de la teoría de la neurona, ni pasó ni se formó ni investigó en centros extranjeros, solo en la Complutense, Valencia o Barcelona. Eran otros tiempos. Y no es que hoy falte talento en España (existen grupos punteros en ramas como la Astrofísica, la Bioquímica o la Nanotecnología), lo que falta es financiación, apoyo institucional y cultura científica e investigadora.

¿Por qué ciertos centros anglosajones aglutinan a premiados con el Nobel? El proceso de esta concentración de premios -y de talento- es algo así como un círculo virtuoso (o vicioso): una universidad con un elevado número de premios tiene mucho prestigio investigador y, por tanto, los mejores científicos de todo el mundo son atraídos por esos entornos de trabajo. Esta densidad de cerebros privilegiados (o mentes maravillosas, como le decían al Nobel de Economía John Nash) hace que se produzcan más avances y se otorguen más premios, y así la rueda sigue girando hasta al infinito y cada vez resulta más difícil entrar a formar parte del selecto club. A este fenómeno el sociólogo de la ciencia Robert K. Merton lo llamó Efecto Mateo, algo así como dar más al que más tiene.

**GESTIÓN DE LA REPUTACIÓN.**

"Estas universidades, además, se toman muy en serio la gestión de la reputación y hacen un seguimiento de los premios importantes para presentar candidaturas, ganar y mejorar su posición en los *rankings"*, explica Rafael Pardo, director de la Fundación BBVA, que desde 2008 otorga los premios Fronteras del Conocimiento, dedicados a la investigación de vanguardia y que recoge categorías propias de nuestro tiempo como *Cambio Climático* o *Cooperación al Desarrollo*.

De los 62 premios que han otorgado hasta el momento, 33 son de nacionalidad estadounidense y seis del Reino Unido: el mundo anglosajón vuelve a ocupar lo más alto del palmarés (muchos de ellos proceden de las universidades sospechosas habituales), mientras que españolas han resultado galardonados cuatro. Por cierto, algunos de los nombres que han venido sonando en España para el Nobel son los del químico Avelino Corma, el físico Ignacio Cirac, el biotecnólogo Víctor de Lorenzo o los oncólogos Joan Massagué, Carlos López-Otín o Mariano Barbacid.

El inicio de esta concentración de talento en los países angloparlantes también tiene mucho que ver con el gran éxodo de científicos de primera categoría que huyeron de la Segunda Guerra Mundial en el corazón de Europa para recalar en las universidades estadounidenses. "Es el gran regalo que le hizo el nazismo a Estados Unidos", dice Pardo. La lista es de impresión: Albert Einstein, Kurt Gödel, Erwin Schrödinger, Hans Bethe, Wolfgang Pauli, Edward Teller o John Von Neumann. Muchos de ellos, curiosamente, fueron fundamentales en el Proyecto Manhattan que desarrolló la bomba atómica. No solo se fugó su cerebro, sino que se llevó consigo algunos métodos de trabajo y organización propios de las universidades y laboratorios europeos.

Otro factor que influye en el éxito de estos centros es la buena financiación para sus investigadores o la cultura investigadora. Concretamente, en España no es habitual que se vea la investigación científica como un agente dinamizador de la economía: se prefiere el ladrillo y el turismo. Sin embargo, algunas de las economías punteras del mundo se basan en buena medida en el conocimiento. Pero para promover eso hacen falta mentes largoplacistas: en España los recortes en ciencia están provocando un desmantelamiento de la investigación, justo cuando vivía un momento dulce, que será difícil de recuperar. El tejido científico no puede encenderse y apagarse como si fluyera de un grifo o se controlase con un interruptor. Y muchos científicos españoles tienen que emigrar al extranjero, algunos a esas prestigiosas universidades que acaparan los premios.

# Otro año más sin el Dr. Jacinto Convit

**Nació el 11 de septiembre de 1913 y falleció el 12 de mayo de 2014, ambos momentos en Caracas. Fue médico y científico, conocido por desarrollar la vacuna contra la lepra y sus estudios para curar distintos tipos de cáncer. Recibió el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica de 1987[1] y fue nominado al Premio Nóbel de Medicina en 1988. Falleció a la edad de 100 años.[2] [3]**



**DR. JACINTO CONVIT GARCÍA (1913-2014)**

**Biografía**

Nació en la parroquia La Pastora, hijo de madre venezolana, Flora García Marrero, de origen canario y un español de origen catalán, Francisco Convit, naturalizado venezolano.

Jacinto Convit inició sus estudios en el Liceo Caracas. Cursó el bachillerato en el colegio Andrés Bello, siendo alumno destacado de Rómulo Gallegos en la cátedra de Filosofía y Matemáticas, de quien afirmó: *"Qué buenos recuerdos, un profesor ejemplar de talante visionario"*.

En 1932 ingresó a la escuela de Medicina de la Universidad Central de Venezuela (UCV) donde obtuvo el título de Doctor en Ciencias Médicas en 1938.

Sus calificaciones, le hicieron merecer menciones honoríficas en asignaturas como fisiología y anatomía humana, clínica médica y clínica quirúrgica entre otras. Años después de empezar a destacarse como científico, expresó que:

> *Estudiábamos mucho, con gran intensidad y había mucho que memorizar. Hubo una época en la que llegué a sentir una especie de cansancio. El número de horas que había que estudiar era grande.*

Tras obtener por oposición la plaza de médico dermatólogo en el Hospital Vargas de Caracas, se incorporó a la cátedra de dermatología del profesor Leopoldo Briceño Iragorry, siendo nombrado instructor y director de su laboratorio. Jacinto Convit desempeñó este cargo hasta 1950, fecha en que fue nombrado jefe de Clínica Dermatológica.

Es amplia la carrera y proyección de la obra de Convit a nivel internacional. El Instituto de Bio Medicina recibe becarios enviados por la OMS/OPS provenientes de América, África y Asia. En 1971 Convit fue nombrado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) Director del Centro Cooperativo para el estudio Histológico y Clasificación de la Lepra, dirección que continuó desempeñando, hasta antes de su fallecimiento.

En 1968 fue nombrado Presidente de la Asociación Internacional de la Lepra (ILA) y reelecto en 1973, también fue designado presidente de la International Journal of Leprosy Corporation. En 1976 fue electo director del Centro Panamericano de Investigación y Adiestramiento en Lepra y Enfermedades Tropicales.

**Avances en la Lepra**

En 1937, el doctor Martín Vegas, conocido pionero en los estudios sobre la lepra, invitó a Convit a visitar la vieja casona del lazareto de Cabo Blanco en el estado Vargas, donde se alojaban cientos de pacientes afectados por lacería o lepra. En 1990, Convit escribía que su permanencia en Cabo Blanco fue enriquecedora en el plano personal y profesional.

> *"Aprendí a cuidar a los pacientes desempeñando labores de médico, juez, odontólogo y consejero, que sirvieron ampliamente para enriquecer mi conocimiento sobre la enfermedad y profundizar sobre el aspecto humano de los enfermos".*

En aquel tiempo esta enfermedad era todavía motivo de prejuicios arraigados socialmente; a los leprosos se les encadenaba y eran custodiados por autoridades policiales, imagen que definiría el carácter humano de Convit, quien ante tal maltrato, exigió a los guardias un mejor proceder con los enfermos.

Luego de varias investigaciones con el único remedio empleado en estos pacientes, el aceite de Chaulmoogra, pudieron comprobar que el compuesto de Sulfota y Clofazimina podía fungir con gran efectividad en contra de este mal, lo que conllevó al cierre de las leproserías.

**Cura contra la Lepra (Enfermedad de Hansen)**

Jacinto Convit inoculó el bacilo de la lepra en armadillos de la familia Dasypodidae y obtuvo el Mycobacterium leprae, que mezclado con la BCG (vacuna de la tuberculosis), produjo la inmunización. Este notable aporte a la ciencia médica, le valió el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica de 1987,[1] además de ser postulado en 1988 para el Premio Nobel de Medicina.

**Creación de Institutos**

Luego de controlar la lepra y otras enfermedades endémicas, Convit se planteó el reto de crear un centro de investigaciones científicas. Así, nació el Instituto de Dermatología, que posteriormente se llamó Instituto de Biomedicina de Caracas (IBC), el cual dirigió desde 1972, y es desde el 2 de julio de 1973, la sede del Centro Internacional de Investigación y Adiestramiento sobre Lepra y Enfermedades afines de la Organización Mundial de la Salud. Allí, después de mucho esfuerzo conjunto y continuo, surgió la vacuna contra la lepra, que sirvió de base para la vacuna contra la leishmaniasis.

En su trayectoria contribuyó a la fundación de diversas instituciones y asociaciones relacionadas con la labor médica, dentro y fuera de Venezuela. De esta forma, fue miembro fundador de la Sociedad Venezolana de Dermatología y Venereología, de la Sociedad Venezolana de Alergología y de la Sociedad Venezolana de Salud Pública.

El 28 de febrero de 2011. Fue condecorado con la Legión de Honor, la más alta distinción honorífica de la República Francesa.

**Aportes**

Jacinto Convit brindó importantes aportes en el conocimiento de enfermedades infecciosas, como la vacuna contra la Leishmaniasis. Posteriormente, hace importantes desarrollos en Oncocercosis y Micosis Profundas. En 2011, a sus 98 años, lidera un equipo en el Instituto de Biomedicina del Hospital Vargas que trabaja en el desarrollo de una autovacuna contra el cáncer de seno, estómago y colon. El procedimiento se basa en exploraciones con inmunoterapia.

En el año 2013 los diputados de la Asamblea Nacional venezolana aprobaron por primera vez un proyecto de reconocimiento a sus trabajos, con motivo del centenario de su nacimiento y por su obra, que incluye sus logros científicos a favor de la salud del pueblo venezolano y del mundo, por su dedicación al ejercicio de la medicina sin fines lucrativos y de enriquecimiento personal. Igualmente, los diputados del parlamento venezolano indicaron que se debía "solicitar el Premio Nobel de la Medicina al Dr. Jacinto Convit para reconocer su labor científica y los aportes que ha preservado para la salud de los pueblos del mundo".[4] [5] [6]

**Vida Familiar**

En 1946, se casó con Rafaela Marotta D'Onofrio a los 33 años de edad, natural de Caracas e italiana de origen, con quién tuvo cuatro hijos de los cuales viven: Francisco Convit, empresario radicado en Caracas. El Dr. Rafael J. Convit, cirujano plástico que reside en Washington DC y el Dr. Antonio Convit, profesor e investigador de la Universidad de Nueva York, en Nueva York. Su hijo Oscar Convit, falleció en el año 1978 y su esposa en el año 2011.[7] Aficionado a la hípica fue el propietario del Stud Saltron con el cual logró varios triunfos clásicos en los hipódromos de Venezuela.

**Fallecimiento**

El Dr. Jacinto Convit, falleció el 12 de mayo de 2014 según información aportada por sus familiares en aquel momento. Los actos velatorios se realizaron en el Cementerio del Este el 13 de mayo de 2014. Luego de este suceso le fue concedida la "Orden Libertadores de Venezuela" post-mortem, en su primera clase mediante decreto presidencial.[8]

**Referencias**


1. (No definido el contenido de esta referencia)
2. El Nacional. «Falleció Jacinto Convit». Consultado el 12 de mayo de 2014.
3. «Falleció el médico Jacinto Convit a sus 100 años». Consultado el 12 de mayo de 2014. Texto «El Universal » ignorado (ayuda)
4. «Jacinto Convit busca nuevo tratamiento contra el cáncer».
5. Yolanda Valery (2 de julio de 2010). «Esperanza en Venezuela contra el cáncer». Consultado el 12 de mayo de 2014.
6. Marifé Cuauro (8 de noviembre de 2012). La Verdad, ed. «Otorgan honoris causa a Jacinto Convit». Consultado el 4 de julio de 2010.
7. Panorama (12 de mayo de 2014). «Familia del doctor Jacinto Convit emite comunicado tras su muerte». Consultado el 15 de mayo de 2014.
8. «Jacinto Convit recibe Orden Libertadores post-mortem». Diario "La Verdad". 15 de mayo de 2014. Consultado el 15 de mayo de 2014.




**DR. JACINTO CONVIT GARCÍA**

**Imágenes obtenidas de:**

Google

**19 de junio de 2016: Día del Padre en Venezuela.**

# ¿Sabes desde cuándo se festeja el Día del Padre? Conoce la historia de esta celebración

Tomado de: *Noticias24 Carabobo*

En el año de 1909, una mujer llamada Sonora Smart Dodd, quien asistía a una misa con motivo del Día de la Madre, se le ocurrió hacer otra misa para honrar a su padre, un veterano de la guerra civil que había enviudado cuando su esposa daba a luz a su quinto hijo.

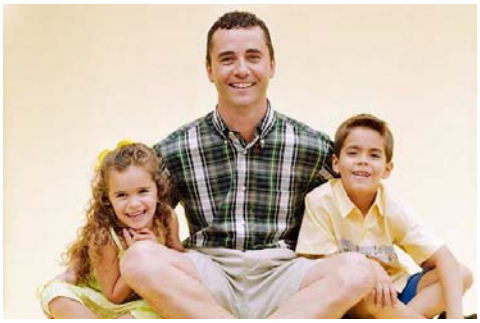


Foto: www.guiainfantil.com

Originalmente la idea era que la misa se celebrara el 5 de Junio, día del cumpleaños de Mr. Smart, pero por la premura en los preparativos se decidió correr la fecha para dentro de dos semanas.

La intención de esta festividad era destacar el papel de los padres en la sociedad, especialmente de aquellos papás que, como su progenitor, cumplían el rol de padre y madre a la hora de levantar y educar a sus hijos.

Es así como el primer día del padre tuvo lugar en Washington el 19 de Junio de 1910.

He aquí el origen de por qué se celebra el día del padre el tercer domingo de Junio. La voz se corrió y paralelamente se celebraron misas como homenaje a los padres en otras ciudades de Estados Unidos.

Aunque el primer Día del padre se celebró en dicha fecha, oficialmente se celebra en todos los Estados Unidos desde 1924, cuando el presidente de entonces, Calvin Coolidge, lo declaró como celebración nacional.



Foto: www.dormitia.com

En 1966 el presidente estadounidense Lyndon B. Johnson firmó una proclamación que declaraba el 3er. Domingo de junio como fecha para la celebración del día del padre.

Con el pasar de los años, se creó la tradición de dar presentes en este día a los padres. Esto ocasionó que el día se comercializara y que las grandes tiendas por departamentos promocionaran el Día del padre para vender sus productos.

Es así como esas primeras celebraciones netamente familiares e íntimas se han transformado, pues, con el correr de los años en una celebración que mezcla lo sentimental con lo comercial. El día del padre se convierte así en un producto de exportación que ha trascendido las fronteras de los Estados Unidos.

Hoy en día se celebra el Día del padre en todos los países de Latinoamérica y en muchos otros países del mundo, como un día festivo para resaltar la paternidad y crianza por hombres.

En Venezuela el Día del Padre se festeja el tercer domingo del mes de junio.

# GALERÍA



## URIEL ROTHBLUM

**Nació el 16 de Marzo de 1947 en Tel Aviv, y murió el 26 de Marzo de 2012 en Haifa; ambas localidades en Israel.**

Uriel Rothblum era llamado Uri por sus amigos y colegas. Sus padres eran judíos austríacos que vivieron en Viena en la década de 1930. El partido Nazi había llegado al poder en Alemania en 1933 y sus políticas antisemitas junto con una clara voluntad de tomar el control de Austria hizo que los padres de Rothblum se convencieran que no estaban seguros en Viena. Escaparon a Israel antes de la invasión alemana de Austria en 1938 y trasladaron su hogar a Tel Aviv. Fue en esa ciudad en la que nació Uri, un par de años después de termina la II guerra mundial. Fue criado en Tel Aviv y en Ramat Gan en Israel en la [1]:

> *Tradición europea que hace énfasis en la educación, la música, las artes escénicas, la poesía, los buenos modales.*

También fue criado en la tradición sionista. La familia de Rothblum había sido sionista antes de mudarse a Palestina. El objetivo principal del movimiento sionista en este tiempo era la creación del estado de Israel. Esto ocurrió en 1948, cuando Rothblum tenía sólo un año de edad, y en aquel momento se convirtieron muchas instituciones sionistas israelíes en instituciones gubernamentales. En particular las tres milicias sionistas se unieron para convertirse en las fuerzas de defensa de Israel. Sin embargo, los sionistas continuaron existiendo después de la creación del estado de Israel, y la familia Rothblum estuvo involucrada con ellos, por ese tiempo trabajaban para ayudar a los judíos perseguidos en sus países de origen a emigrar a Israel.

En la escuela, Rothblum demostró grandes habilidades y era particularmente apasionado por la química. Después de graduarse de la secundaria, hizo su servicio militar obligatorio en las fuerzas de defensa de Israel. Comenzó sus estudios de pregrado en la Universidad de Tel Aviv donde estudió ciencia y matemáticas aplicadas. Se graduó con una licenciatura en matemáticas aplicadas "Magna Cum Laude" en 1969 y permaneció en la Universidad de Tel Aviv para estudiar un grado de maestría. Él fue asesorado por Robert John Aumann quien era nacido de una familia judía de Alemania y que había huido a Estados Unidos después de que los Nazis llegaron al poder. Aumann recibió un doctorado en el Massachusetts Institute of Technology en 1955 por una tesis sobre la teoría de nudos pero había llegado a interesarse en la teoría de juego después de reunirse con John Nash. Trabajó en Israel desde 1956 en adelante y recibió el Premio Sveriges Riksbank en Ciencias económicas en Memoria de Alfred Nobel en 2005:

> *... por haber mejorado nuestra comprensión del conflicto y la cooperación a través del análisis de la teoría de los juegos.*

Aumann, no es de extrañar, dio a Rothblum el tema de la tesis de maestría sobre teoría de juego y escribió la tesis *Values of Games with a Continuum of Players* (Los valores de los juegos con un Continuum de Jugadores). Obtuvo una maestría en matemáticas "Summa Cum Laude" en 1971 por la Universidad de Tel Aviv. Estaba trabajando con Aumann que condujo el primer documento matemático de Rothblum, titulado *On orderable set functions and continuity* (Sobre el conjunto ordenable de funciones y continuidad) publicado en el Journal of Mathematics de Israel en 1973. Konrad Jacobs, opinando sobre este trabajo, escribe:

> *La teoría de juegos de coalición con una continuidad de jugadores, ha hecho nuevas demandas en la teoría de funciones a lo largo de la última década. El presente trabajo está motivado por las exigencias de la teoría del valor de Shapley y sigue un patrón establecido por R. J. Aumann y L. S. Shapley [Valores de juegos no-atómicos, editado por Princeton Univ. Press, Princeton, N.J., 1973].*

Después de conseguir su maestría, Rothblum se trasladó a Estados Unidos para llevar a cabo investigaciones relacionadas con la obtención del doctorado, financiado por una beca Fulbright. Él fue asesorado por Arthur F "Pete" Veinott Jr., quien era un experto en investigación de operaciones. Rothblum obtuvo su doctorado por su tesis *Multiplicative Markov Decision Chains* (Cadenas de Decisión Multiplicativas de Markov) en 1974. En un documento basado en su tesis, Rothblum reconoce su deuda con su tutor de tesis:

> *Mi más profundo agradecimiento para con mi maestro y consejero, profesor Arthur F. Veinott, Jr., por su orientación y asesoramiento, por su visión y perspectiva durante la preparación de este trabajo. A partir de la sugerencia del tema de investigación a través de la lectura atenta de la versión final, sus contribuciones, mejoras y sugerencias para este trabajo son demasiado numerosas para ser mencionadas.*

Veinott escribió en la referencia [4] sobre la supervisión a Rothblum cuando era un estudiante de postgrado:

> *Conocí a Uri en el otoño de 1971. Tomó un curso de doctorado en programación dinámica conmigo en la primavera de 1972. ... Serví como asesor de su tesis doctoral en 1974... Era un buen amigo y un brillante erudito prolífico. Tenía una mente rápida y creativa con ingenio, energía y el fondo para hacer contribuciones fundamentales hermosas en muchos campos.*

Tres trabajos escritos por Rothblum aparecieron en 1975, a saber: *Multivariate constant risk posture* (Postura de riesgo constante multivariante); *Normalized Markov decision chains I. Sensitive discount optimality* (Cadenas de decisión de Markov normalizadas I. Optimalidad de descuento sensible); y *Algebraic eigenspaces of nonnegative matrices* (Subespacios algebraicos propios de matrices no-negativas). Un resumen propio de Rothblum de la tercera parte de estos trabajos, que forman parte de su tesis, es el siguiente:

> *Mediante el estudio de la estructura del subespacio propio algebraico de una matriz cuadrada no negativa arbitraria, correspondiente a su radio espectral, es generalizada en la teoría de Perron-Frobenius para matrices cuadradas, irreductibles, no negativas. Le damos una prueba constructiva de que este subespacio es atravesado por un conjunto de vectores semipositivos y da una caracterización combinatoria de ambos el índice del radio espectral y la dimensión del subespacio propio algebraico correspondiente al radio espectral. Se trata de un estudio detallado de la representación triangular de bloque estándar de matrices no negativas, dando especial atención a esos bloques en diagonal con el mismo radio espectral como la matriz original. También demostramos que el subespacio propio algebraico correspondiente al radio espectral contiene un vector semipositivo con el más grande conjunto de coordenadas positivas entre todos los vectores en este subespacio.*

Los términos 'Bases de Rothblum y el 'Teorema del índice de Rothblum' que se utilizan hoy en día se refieren a resultados de este trabajo (y también, por supuesto, de su tesis). Escribe Schneider Hans en la referencia [4] que este trabajo:

> *... tuvo un inmediato y gran impacto sobre mí. Me llevó a realizar 12 documentos en conjunto [con Rothblum] y una amistad que duró hasta su muerte prematura.*

En el verano de 1974, Rothblum trabajó como Consultor en la Rand Corporation de Santa Mónica, California, antes de tomar el cargo de investigador postdoctoral y profesor adjunto de Ciencias de la Computación en el Instituto Courant de Ciencias Matemáticas de Nueva York. Después de este año postdoctoral, fue nombrado como un Profesor Asistente en la escuela de Organización y Gestión de la Universidad de Yale en 1975. Fue ascendido a Profesor Asociado en 1978, continuando el trabajo en la Universidad de Yale hasta 1984. Durante la mayor parte de este tiempo él pasó los veranos en el Departamento de Operaciones de Investigación, en la Universidad de Stanford, donde ocupó diversos roles como Investigador Asociado o Profesor Asociado Visitante. Moshe Haviv obtuvo un doctorado en Yale tutorado por Rothblum. Haviv, quien recibió su Ph. D. por su tesis *Approximation of Markov Chains and Markov Decision Models* (Aproximación de las cadenas de Markov y los modelos de decisión de Markov) en 1983, escribe en la referencia [4]:

> *Uri no sólo era un gran estudioso de quien yo aprendí mucho. Él también era una persona que cuidaba. Me tomó bajo su protección y me enseñó mucho de lo que yo sé hoy en investigación académica y educación, cómo escribir un "paper", y mucho de la vida académica en general. Me enseñó que trabajar duro se vinculaba con la dedicación. Cuando me daba un paper para leerlo una tarde, él comenzaba la discusión del mismo la siguiente mañana. La idea sobre que yo pudiera preferir hacer algo diferente por la tarde en vez de leer el paper, no cruzaba por su mente. Era un placer jugar tenis con él (era ligeramente bueno) pero de nuevo a resignarse: En los tiempos libres él se preocupaba sobre si los resultados que nosotros derivábamos para las matrices reales se podrían generalizar para las matrices complejas.*

En 1984 Rothblum retornó a Israel para asumir el cargo de Profesor en la Facultad de Ingeniería Industrial y Gestión Técnica, en el Instituto de Israel Technion en Haifa. Fue nombrado Profesor Alejandro Goldberg de Ciencia de Gestión en 1992, un cargo en el que permaneció hasta su muerte. Boaz Golany escribe en la referencia [1]:

> *Durante sus 28 años de servicio en Technion, Uri fue miembro de numerosos comités académicos, y se le consideraba como una autoridad principal en todos los problemas académicos a los cuales se podía enfrentar en la universidad.*

Por ejemplo, él ejerció funciones en Technion tales como: Decano Asociado de la Facultad de Ingeniería Industrial y Gestión (1986-1989); Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial y Gestión (1992-1995); Diputado Provost (1998-2000); y vicepresidente Ejecutivo para los Asuntos Académicos (2000-2002).

Además de estos cargos en Technion, Rothblum fue invitado a realizar visitas frecuentes a los Estados Unidos. Fue Profesor Visitante en la Universidad Estatal de Nueva York en Stony Brook durante los veranos de 1987 y 1988. También fue Profesor Visitante en Rutgers Center para la Investigación de Operaciones, de la Universidad Rutgers, en New Brunswick, durante las visitas entre 1988 y 1999, y fue Profesor Visitante en la Sección de Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones, en la Universidad de Columbia, Nueva York en 2005 y 2009.

Shmuel Onn explicó en la referencia [4] algunas de las contribuciones matemáticas de Rothblum mientras estaba en el tecnológico así como su apoyo a otros:

> *Para muchos miembros del grupo de investigación de operaciones de Technion, Uri fue el mentor y partidario de que entraran en la vida de la facultad. Colaborar con Uri en investigación fue una experiencia muy agradable y fructífera. Siempre fue muy entusiasta y la fuerza impulsora detrás de cualquier tema estuviéramos trabajando y siempre traía su visión y perspectiva amplia de investigación operativa en todos sus subáreas.*

Rothblum servió en el consejo editorial de varias revistas: *Letters in Linear Algebra and Its Application* (1980-81); *SIAM Journal on Algebraic and Discrete Methods* (1983-87); *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications* (1988-93); *Operations Research* (1996-99); *Journal on Combinatorial Optimization* (2005-2012); *World Scientific Series on applied mathematics* (2006-2012); *Linear Algebra and Its Applications* (1982-2012); y *Mathematics of Operations Research* s (1979-2012).

Por sus sobresalientes contribuciones a la investigación de operaciones, Rothblum recibió premios tales como: el Premio de Excelencia Académica de Nueva Inglaterra, 1989; el Premio por Servicio Meritorio en Investigación de Operaciones, 1997; el Premio de Servicio Meritorio en investigación de operaciones, 1999; el Fellow (Miembro) del Instituto de Investigación de Operaciones y Gestión en Ciencias, 2003; y el Premio de la Sociedad Israelí de Investigación Operativa por la Excelencia en Investigación en Investigación de Operaciones, 2005. Este último premio fue otorgado por su trabajo *Convex Combinatorial Optimization* (2004) que publicó conjuntamente con Shmuel Onn. Los autores dan esta descripción de su trabajo:

> *Introducimos el problema de optimización combinatoria convexa, una generalización de gran alcance del problema de optimización combinatoria lineal estándar. Mostramos que el tiempo polinomial es fuertemente solucionable sobre cualquier familia de acotamientos garantizados y discutimos varias aplicaciones.*

Las aplicaciones que ellos discutieron incluían el problema de asignación cuadrática semi-definitiva positiva de rango acotado y el problema de optimización matricial convexa.

En colaboración con Frank K. Hwang, Rothblum publicó el volumen 2 del texto *Partitions: Optimality and Clustering* (2012). El primer volumen aborda el caso de parámetro único mientras que el segundo volumen aborda el caso de parámetros múltiples. La siguiente es parte de la información editorial sobre el libro:

> *La necesidad de la partición óptima surge de muchos problemas del mundo real que implican la distribución de recursos limitados para muchos usuarios. El problema de "agrupamiento", que recientemente ha recibido mucha atención, es un caso especial de la partición óptima. Este libro es el primer intento de recoger todos los desarrollos teóricos de particiones óptimas, muchos de ellos surgidos de los propios autores, en un lugar accesible para una fácil referencia. Mucho más que una simple colección de resultados, el libro ofrece un marco general para unificar estos resultados y presentarlos en forma organizada. Se tratan muchos problemas prácticos bien conocidos de particiones óptimas. Los autores muestran cómo se pueden resolver mediante la teoría - o por qué no pueden ser así.*

Jean Mailfert escribe en un informe:

> *Este libro trata problemas de partición óptima. ... Contiene un montón de desarrollos teóricos y nuevas declaraciones sobre el tema de la agrupación óptima. Leerlo, sin embargo, es difícil y puede servir mejor a estudiantes graduados de nivel superior o ingenieros.*

Uri Rothblum se casó con Naomi; tuvieron tres hijos: Maidan, Guy y Ron. Raphael Loewy escribe en la referencia [4]:

> *Uri primero y principal fue un hombre de familia. Estaba dedicado a su esposa y a sus hijos. Fue un hombre amable, generoso y único. Sus intereses incluían viajar, lo que hacía con entusiasmo y frecuencia, y las artes - especialmente ir al teatro y al ballet. Quienes lo conocieron recuerdan su gracia, su nobleza de espíritu, su energía desbordante y su capacidad para vivir cada momento al máximo.*

La página web [referencia 3] contiene muchos homenajes a Rothblum de sus amigos, colegas y ex alumnos. Para finalizar esta biografía, se citarán los comentarios de algunos de sus colaboradores. Ariela Sofer, de la Universidad George Mason, escribe:

> *Uri no sólo fue un investigador excepcional sino también un maestro excepcional. Tuve el privilegio de tomar un curso sobre avances recientes en la optimización con Uri mientras era estudiante de una maestría en el Technion, a finales de los años 70. Uri fue absolutamente magistral en su exposición, presentando cada tema como un fascinante misterio, que nosotros (los estudiantes) tratábamos de desentrañar, paso a paso. Los estudiantes estábamos asombrados y maravillados. ¡Las matemáticas rara vez habían sido tan emocionante! Más tarde cuando leo los trabajos que Uri describía, yo a veces me pregunto si Uri tenía una visión más clara sobre el tema que los autores propios de estas ideas. ¡Él fue un científico brillante y un brillante profesor!*

Amitabh Trehan, de Technion, escribe [3]:

> *Yo siempre lo recordaré cantando y silbando por el corredor y la energía jovial y amable que siempre mostraba.*

Dimitris Bertsimas, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), escribe [3]:

> *Uri fue una persona notable: generoso, considerado, inteligente, lleno de vida y de ideas.*

Alan Hoffman, de Investigaciones IBM Research, escribe [3]:

> *Uri fue una de las personas más buenas que yo conocí: caluroso, ingenioso, generoso, sin rencores, entusiasta. Colaborar con Uri era como ir a una fiesta. Y él estaba interesado en Todo: quizás el estudioso más versátil en las matemáticas de investigación de operaciones.*

Curtis Eaves, de la Universidad de Stanford, escribe [3]:

> *Nosotros considerábamos una diversión escribir en conjunto los trabajos. ... Yo siempre me divertí por su definición de "vacación", a saber, "libertad para trabajar sin ser molestado"; de hecho, esta es la manera en la que él vivió. Él podría hacer e hizo muy bien muchas cosas, pero nadie, nadie como él, podría alejar las ecuaciones molestosa lejos de su entorno…*

---

**REFERENCIAS.-**

**Artículos:**


1. B Golany, Uriel G Rothblum, March 16, 1947 - March 26, 2012, *Institute for Operations Research and the Management Sciences, Mathematics of Operations Research*.
   https://www.informs.org/Pubs/MOR/Uriel-G.-Rothblum
2. In memoriam: Prof. Uriel G. Rothblum. *Math. Oper. Res.* **37** (2012), no. 2, i-ii.
3. In memoriam: Prof. Uri Rothblum, *The William Davidson Faculty of Industrial Engineering and Management, Technion* (2012).
   http://ie.technion.ac.il/Home/urir_gbook/gbook.php
4. R Loewy, Uriel G Rothblum (1947-2012), *Linear Algebra Appl.* **437** (12) (2012), 2997-3009.


---

**Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre "Uriel Rothblum" (Octubre 2013).**
**Fuente: Mac Tutor History of Mathematics [http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Rothblum.html]**