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: PP200902CA3088 / PPi2012024055 – I. S. S. N.: 2244-7385
E- mail: homotecia2002@gmail.com - Nº 12 – AÑO 10 - Valencia, 3 de Diciembre de 2012

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA – FACE - UC
HOMOTECIA
ADVENTUS NOVUS CALCULUS
CÁTEDRA DE CÁLCULO

Índice

Diseño de Portada: R. A. A. H.

Revista HOMOTECIA
© Rafael Ascanio H. – 2009
Hecho el Depósito de Ley.
Depósito Legal: PP200902CA3088
I. S. S. N.: 2244-7385
e-mail:
h
homotecia2002@gmail.com

Publicación Mensual
Distribución Gratuita

Publicada por:

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

Nº 12 - AÑO 10 - Valencia, 3 de Diciembre de 2012

EDITORIAL

20 de diciembre de 1962. Se tiene esta fecha como el momento de creación de la Escuela de Educación de la Universidad de Carabobo (UC), por lo cual en este diciembre 2012 celebraremos las Bodas de Oro, los primero cincuenta años. Históricamente se registra que su apertura fue aprobada en un Consejo Nacional de Universidades (CNU) realizado en la ciudad de Mérida, e institucionalmente adscrita a la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales (FACES) de nuestra universidad. Su consolidación ocurre cuando egresa su primera promoción, el 15 de diciembre de 1967, conformada por un total de trescientos veinte nuevos licenciados en educación y apadrinada por el Doctor Rafael González Baquero, considerado el pionero y promotor de la idea de la creación de la escuela. Integrantes de esta promoción y muchos otros de las que se han sucedido en el transcurso del tiempo, han llegado a conformar el personal docente ordinario de la misma que ha permitido su desarrollo y el logro de las metas iniciales que motivaron hacerla una realidad. Hoy en día, un gran porcentaje de los docentes que hacen vida académica en la institución, se iniciaron como estudiantes cuando aun la escuela estaba adscrita a FACES y han vivido el proceso de transformaciones que se han ido sucediendo en los últimos años. Al comienzo de los años setenta del siglo pasado, ocurre una significativa modificación de la oferta académica de sus inicios, cuando se da el cambio curricular que permite la creación entre otras, de las menciones Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Matemática, Idiomas Modernos (Inglés), consideradas necesarias en aquel momento para suplir requerimientos docentes regionales. A mediados de los setenta, ocurre otro hecho de gran significación como es la creación de la Facultad de Ciencias de la Educación (FACE), que permite independizar a la Escuela de Educación de FACES y adscribirla a esta nueva facultad. A la FACES se le asigna como infraestructura el edificio en el cual funciona actualmente, edificación recién construida en aquel momento. La FACE queda ubicada "provisionalmente" en las antiguas instalaciones de FACES, conocido como Lado B y en un "área nueva" de galpones conocida como Lado A. Esta "provisionalidad" duró hasta el año 2003 cuando la FACE fue mudada en su totalidad a su actual sede en el Campus Bárbula. También a mediados de los años setenta, la FACE procedió a elegir a su primer Decano cuyo honor recayó en el Doctor Ángel Williams. La facultad ha ido creciendo y en la actualidad su oferta académica está más acorde con las necesidades docentes y educativas de la contemporaneidad nacional. La facultad administra la formación de licenciados en educación en Matemática, Física, Química, Biología, Educación Física Deporte y Recreación, Inglés, Francés, Informática, Orientación, Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Educación Inicial, Educación Integral, Educación Musical y Educación para el Trabajo. La labor de la institución se completa con actividades de investigación, extensión, estudios de postgrado y otras que tienen relación con su razón de ser y naturaleza. Es indistinto decir si es la escuela o la facultad la que celebra su cincuenta aniversario puesto que la una es la génesis de la otra. La facultad contiene a la escuela porque es de entenderse entonces, que la escuela, por condición natural, forma parte de la misma. Lo que sí debe interesar y preocupar es que la FACE en los actuales momentos, como parte importante del nuestra universidad, tiene una participación significativa en el compromiso de la institución de promover, colaborar y conducir el desarrollo del conocimiento humanístico, científico y tecnológico en beneficio de la comunidad nacional. Por ello debe hablarse de un *hábitat universitario*, referido a que la práctica vivencial en el recinto y el ideario compartido en éste, se desenvuelven en *academia*. La concepción institucional a sostener de academia llevaría a considerarla sustantivamente una sociedad científica, literaria o artística establecida con autoridad pública, siendo una de sus manifestaciones, lo que de estos elementos queda implicado en las actividades que se realizan en todo centro universitario, destinado a impartir enseñanza y a promover la producción de conocimientos y hacer ciencia. De ello no escapa la FACE, y este es el contexto en el cual debe estar inmerso todo universitario. Un contexto que no solo es *ambiental* sino también *psicológico*; es decir no se es académico solo porque se está inscrito en un instituto universitario y se cursa una determinada carrera, no se es académico solo porque se es docente de una institución universitaria. Lo académico se enmarca en un *contexto físico mental*. Los académicos se deben caracterizar porque investigan, unos buscan o transmiten el conocimiento ya establecido y otros a producir nuevos saberes. Los académicos deben propiciar reuniones entre pares con la finalidad de dialogar sobre los objetos de sus disciplinas, confrontar ideas, discutir las discrepancias y lograr convenciones, realizar actividades de divulgación científica. Por obligación natural, en una institución universitaria, este proceso debe promoverlo y guiarlo el docente ya que en sus manos está el formar en los estudiantes el *espíritu académico*. Formar *la conciencia* y *el espíritu académico* es una de las funciones primordiales de toda institución universitaria. Esta función hay que tenerla presente en cualquier modificación curricular que se pretenda si se tiene en claro que los problemas que marcan el transcurrir social venezolano están dimensionados culturalmente, y la adultez académica se traspone hacia el nivel de cultura que se practica en la sociedad en la que viven los universitarios. Los que se forman como docentes en una institución universitaria, en este caso los de la FACE, necesitan conocer, entender, diferenciar, dominar, entre otras competencias, teorías filosóficas, psicológicas, sociológicas, de instrucción, y de organización y gerencia de aula relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de la disciplina en la cual se han de desempeñar, lo que le ha de posibilitar la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad al hacer inmersión en la cultura educacional que enmarcará su futuro desempeño profesional. Debe estar suficientemente informado sobre el quehacer histórico y el impacto social y científico de los logros de la disciplina que enseña. Es necesario que este docente, que se presentará delante de grupos de alumnos para formarlos, deba ser integralmente culto. Esta formación proviene de vivir la academia. Así, al arribar a estos primeros cincuenta años, este es el reto en cierne que afrontará el componente humano de la FACE.

Los Grandes Matemáticos


GASPARD DE PRONY

Nació el 22 de julio de 1755 en Chamelet, Beaujolais; y murió el 29 de julio de 1839 en París; ambos sucesos en Francia.

Fuente:

Mac Tutor Historia de las Matemáticas [http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/De_Prony.html]
Versión del Artículo de: *JJ O'Connor* y *EF Robertson. Abril 1997. Consulta: Diciembre 23, 2011.*

Gaspard Clair François Marie Riche de Prony. El apellido de la familia de Gaspard de Prony era Riche; el título *de Prony* fue comprado por sus padres. De hecho, el menor de los hermanos *de Prony* fue siempre conocido por el apellido Riche. *De Prony* se educó en el Colegio Benedictino en Toissei en Doubs. A partir de ahí entró en la *École des Ponts et Chaussés* en 1776 donde estudió ingeniería. Se graduó en 1779 como el mejor estudiante de su grupo y permaneció un año más en París, haciendo que el director de *la École des Ponts et Chaussés* le dijera:

Monsieur de Prony... preocúpese por adquirir un profundo conocimiento de su arte, porque usted está destinado a convertirse en director de la École des Ponts et Chaussés.

En 1780 se convirtió en un ingeniero de la École des Ponts et Chaussés y después de tres años recorriendo diferentes regiones de Francia, regresó a la École des Ponts et Chaussés en París 1783. En este mismo año publicó su primera obra importante en la Academia de Ciencias sobre las fuerzas de los arcos. Monge quedó impresionado por este trabajo, dándose cuenta que de Prony tenía un gran potencial.

En 1785, *de Prony* visitó Inglaterra para realizar un proyecto relacionado con la intención de obtener una medida precisa de las posiciones relativas del Observatorio de Greenwich y el Observatorio de París. Dos años más tarde fue ascendido a inspector en la École des Ponts et Chaussés. Fue en esta época en la que se involucró con el trabajo del Puente Luis XVI en París, llamado hoy en día Pont de la Concorde.

Luego del ascenso recibido en 1790, al año siguiente recibió otro al ser nombrado Ingeniero en Jefe de la École des Ponts et Chaussés. Este ascenso fue consecuencia de la apertura del Puente Luis XVI.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

Reflexiones

"El progreso debe ser un movimiento ordenado y racional hacia una meta fija... y no un torbellino de direcciones falsas y encontradas".

Marco Fidel Suárez

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

También alrededor de 1791 *de Prony* trabajó en geometría con Pierre Girard. Luego, en 1792, *de Prony* inició la importante tarea de producir tablas logarítmicas y trigonométricas, el *Catastro*. Con la ayuda de Legendre, Carnot y otros matemáticos, y contando además con entre 70 y 80 asistentes, el trabajo se realizó durante un período de años, concluyéndose en 1801. Las mesas eran [2]:

... amplias, con valores calculados mostrando entre catorce y veintinueve lugares decimales. Cada ejemplar constaba de volúmenes de dieciocho folios junto con otro volumen de procedimientos matemáticos.

Conseguir la publicación de este abultado trabajo era otra cosa. Las negociaciones para publicar se llevaron varios años, hasta que en 1809 pareció que se realizaría. El editor escribió:

La generación actual no habría sido testigo del final de esta obra monumental, si Monsieur de Prony no hubiera tenido la feliz idea de aplicar el poderoso método de la división del trabajo, concibiendo métodos para reducir la larga y laboriosa parte de la producción de las tablas a simple sumas y restas...

Sin embargo, las tablas nunca se publicaron en su totalidad y no fue hasta finales de siglo que una parte de ellas apareció. Costaba demasiado su impresión porque era una época en la cual Francia no estaba en el mejor de los estados financieros.

En 1794, fue fundada y dirigida por Carnot y Monge la École Centrale des Travaux Publics. Su nombre fue cambiado a École Polytechnique en 1795 y *de Prony* fue sin duda uno de los principales profesores en este momento. Él figura entre los primeros profesores de la universidad como:

Prony, profesor de análisis, director de Catastro, miembro del Instituto. Salario anual 6000 *francos. Alojamiento dentro de la escuela...*

Las conferencias que *de Prony* dio en la Escuela Politécnica se publicaron, incluyendo la que versaba sobre el sistema hidráulico.

En 1798 *de Prony* rechazó la petición de Napoleón de unirse a su ejército para la invasión a Egipto. Fourier, Monge y Malus habían accedido a formar parte de la fuerza expedicionaria y Napoleón estaba enojado porque *de Prony* no quiso ir. Esto significó que *de Prony* dejó de recibir los honores que merecía por parte de Napoleón, pero la esposa de *de Prony* era amiga cercana de Josefina, la esposa de Napoleón, y esto probablemente salvó a *de Prony* de algo peor.

En 1798, *de Prony* logró su ambición de ser nombrado director de la École des Ponts et Chaussés. Su deseo por este cargo es casi seguro la razón principal de negarse a unirse al ejército de Napoleón. Como director comenzó a producir una serie de textos importantes en física matemática. Se convirtió en miembro de la Oficina de Longitud y, en 1810 y 1811, produjo los dos textos más importantes sobre sus conferencias en la Escuela Politécnica, es decir, *Leçons de Mécanique analytique* y *Sommaire des Leçons du Cours de Mécanique*.

Después de que Napoleón fue derrotado, la reorganización en Francia incluyó una reorganización de la Escuela Politécnica, la cual fue cerrada en 1816. *De Prony* perdió su puesto como profesor en la misma y no formaba parte del comité de reorganización. Sin embargo, tan pronto como la escuela volvió a abrir, *de Prony* fue solicitado como evaluador pero esta era una actividad a la cual solo debía dedicar un mes al año.

Uno de las más importantes invenciones científicas de *de Prony* fue el “freno de *de Prony*”, que inventó en 1821 para medir el rendimiento de las máquinas y los motores. Se basaba en las ideas de Hachette y una mejora considerable de un método que Pierre Girard había utilizado dos años antes.

La última parte de la carrera de Prony estuvo más involucrada con la educación más que con la administración. Una batalla que luchó, sin éxito, fue contra Cauchy respecto a las matemáticas puras y la relación con la matemática aplicada en la cual *de Prony* creía firmemente. Margaret Bradley [2] dice:

... había habido una creciente demanda para la reforma de la École des Ponts et Chaussés y su falta de atención a este particular atrajo críticas severas. Él ahora mostraba menor interés en el funcionamiento cotidiano de la escuela, a favor de la ciencia. Estaba desilusionado por el fracaso de sus intentos de reforma de la enseñanza de matemáticas en la École Polytechnique, donde había hecho un enérgico y decidido esfuerzo a combatir el énfasis en la teoría de A. L. Cauchy...de Prony parece haber perdido el corazón de la lucha continua y ha sido menos conciente con respecto a sus deberes como examinador.

Referencias.-

Libro:

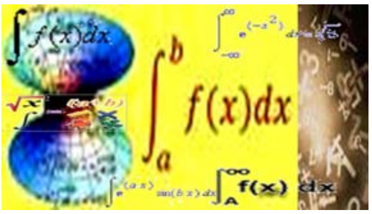
1. M. M. Bradley. *Gaspard- Clair- François- Marie- Riche de Prony: his career as educator and scientist* [PhD Thesis Coventry (Lanchester) Polytechnic, 1984].

Artículos:

2. M. M. Bradley, Prony the bridge builder: the life and times of Gaspard de Prony, educator and scientist, *Centaurus* 37 (1994), 230-268.
3. I. Grattan-Guinness, Work for the hairdressers: The production of de Prony's logarithmic and trigonometric tables, *Annals of the History of Computing* 12 (3) (1990), 177-185.
4. M. Walckenaer, La Vie de Prony, *Bulletin de la Societé pour l'Encouragement de l'Industrie Nationale*139 (1940), 68-98.

Aportes al conocimiento

RESOLUCIÓN DE INTEGRALES INTERESANTES (5).-



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

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA - FACE - UC

En esta oportunidad, presentamos una integral cuya resolución resulta sumamente interesante por los procedimientos que se hacen necesarios utilizar.

Compruebe: $\int \frac{dx}{\sqrt[4]{x^3}\cdot\left(1+\sqrt[3]{x}\right)} = \frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\left[Ln\left(\frac{\sqrt[6]{x}-\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}+1}{\sqrt[6]{x}+\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}+1}\right)+2ArcTg\left(\frac{\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}}{1-\sqrt[6]{x}}\right)\right]+C$

Comprobando:

Resolviendo la integral: La fracción que conforma al integrando, presenta dos raíces de diferentes índices. Se determina el mínimo común índice (*m. c. i.*) de estas raíces.

$m.c.i.(3,4)=12$

Luego, se propone la siguiente sustitución:

$$\begin{cases} x = u^{12} \Rightarrow u = \sqrt[12]{x} \\ dx = 12u^{11}du \end{cases}$$

Aplicando la sustitución en I:

$$I = \int \frac{12u^{11}du}{\sqrt[4]{\left(u^{12}\right)^3}\cdot\left(1+\sqrt[3]{u^{12}}\right)} = 12\int \frac{u^{11}du}{\sqrt[4]{u^{36}}\cdot\left(1+u^4\right)} = 12\int \frac{u^{11}du}{u^9\cdot\left(1+u^4\right)} = 12\int \frac{u^2du}{1+u^4}$$

Ahora se utiliza la Integración por Descomposición en Fracciones Simples.

La integral es:

$$I = 12\int \frac{u^2du}{1+u^4}.$$

Se factoriza el denominador:

$1+u^4 = \left(u^2-\sqrt{2}u+1\right)\cdot\left(u^2+\sqrt{2}u+1\right)$. Resulta un producto de factores cuadráticos irreducibles.

Se descompone la fracción del integrando en una suma de fracciones simples:

$$\frac{u^2}{1+u^4} = \frac{Au+B}{u^2-\sqrt{2}u+1}+\frac{Cu+D}{u^2+\sqrt{2}u+1} \quad (*)$$

Para calcular los valores de de A, B, C y D; utilizamos el Método de los Coeficientes Indeterminados.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

$$\frac{u^2}{1+u^4}=\frac{(Au+B)\cdot\left(u^2+\sqrt{2}u+1\right)+(Cu+D)\cdot\left(u^2-\sqrt{2}u+1\right)}{\left(u^2-\sqrt{2}u+1\right)\cdot\left(u^2+\sqrt{2}u+1\right)}$$

$$\frac{u^2}{1+u^4}=\frac{Au^3+\sqrt{2}Au^2+Au+Bu^2+\sqrt{2}Bu+B+Cu^3-\sqrt{2}Cu^2+Cu+Du^2-\sqrt{2}Du+D}{1+u^4}$$

$$0\cdot u^3+u^2+0\cdot u+0=(A+C)u^3+\left(\sqrt{2}A+B-\sqrt{2}C+D\right)u^2+\left(A+\sqrt{2}B+C-\sqrt{2}D\right)u+(B+D)$$

Comparando coeficientes:

$i)\ u^3 \rightarrow A+C=0 \quad \rightarrow \quad \boxed{A=-C}$

$ii)\ u^2 \rightarrow \sqrt{2}A+B-\sqrt{2}C+D=1$

$iii)\ u \rightarrow A+\sqrt{2}B+C-\sqrt{2}D=0$

$iv)\ t.i. \rightarrow B+D=0 \quad \rightarrow \quad \boxed{B=-D}$

Sustituyendo *iv)* en *ii)*:

$$\sqrt{2}A+B-\sqrt{2}C+D=1 \rightarrow (B+D)+\sqrt{2}\cdot(A-C)=1 \rightarrow \sqrt{2}\cdot(A-C)=1 \rightarrow \boxed{A-C=\frac{1}{\sqrt{2}}} \quad (v)$$

Sustituyendo *i)* en *v)*:

$$A+A=\frac{1}{\sqrt{2}} \quad \rightarrow \quad \boxed{A=\frac{1}{2\sqrt{2}}} \ \wedge \ \boxed{C=-\frac{1}{2\sqrt{2}}} \qquad (vi)$$

Sustituyendo *(vi)* en *(iii)*:

$$\frac{1}{2\sqrt{2}}+\sqrt{2}B-\frac{1}{2\sqrt{2}}-\sqrt{2}D=0 \quad \rightarrow \quad B-D=0 \quad (vii)$$

De *iv)* y *vii)* se tiene que: $B=0 \quad \wedge \quad D=0$

De esta manera tenemos que:

$$\begin{cases} A=\dfrac{1}{2\sqrt{2}} \\ B=0 \\ C=-\dfrac{1}{2\sqrt{2}} \\ D=0 \end{cases}$$

Luego de calculados estos coeficientes y sustituidos sus valores en la suma de (*), ésta queda así:

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

$$\frac{u^2}{1+u^4}=\frac{1}{2\sqrt{2}}\cdot\frac{u}{u^2-\sqrt{2}u+1}-\frac{1}{2\sqrt{2}}\cdot\frac{u}{u^2+\sqrt{2}u+1}$$

Este resultado de la suma se sustituye en la integral, separándola en dos integrales:

$$I=12\int\frac{u^2du}{1+u^4}=\frac{12}{2\sqrt{2}}\cdot\int\frac{udu}{u^2-\sqrt{2}u+1}-\frac{12}{2\sqrt{2}}\cdot\int\frac{udu}{u^2+\sqrt{2}u+1}=\frac{6}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{udu}{u^2-\sqrt{2}u+1}-\frac{6}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{udu}{u^2+\sqrt{2}u+1}$$

Ahora las resolveremos aplicando procedimientos ya conocidos:

$$I=\frac{6}{2\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\left(2u-\sqrt{2}+\sqrt{2}\right)du}{u^2-\sqrt{2}u+1}-\frac{6}{2\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\left(2u+\sqrt{2}-\sqrt{2}\right)du}{u^2+\sqrt{2}u+1}=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\left(2u-\sqrt{2}\right)du}{u^2-\sqrt{2}u+1}+\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\sqrt{2}du}{u^2-\sqrt{2}u+1}-\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\left(2u+\sqrt{2}\right)du}{u^2+\sqrt{2}u+1}+\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\sqrt{2}du}{u^2+\sqrt{2}u+1}=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\left(2u-\sqrt{2}\right)du}{u^2-\sqrt{2}u+1}-\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\left(2u+\sqrt{2}\right)du}{u^2+\sqrt{2}u+1}+\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\sqrt{2}du}{u^2-\sqrt{2}u+1}+\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\int\frac{\sqrt{2}du}{u^2+\sqrt{2}u+1}=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\left[Ln\left(u^2-\sqrt{2}u+1\right)-Ln\left(u^2+\sqrt{2}u+1\right)\right]+3\cdot\left[\int\frac{du}{u^2-\sqrt{2}u+1}+\int\frac{du}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+3\cdot\left[\int\frac{du}{u^2-\sqrt{2}u+1}+\int\frac{du}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+3\cdot\left[\int\frac{du}{\left(u-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2+\frac{1}{2}}+\int\frac{du}{\left(u+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2+\frac{1}{2}}\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+3\cdot\left[\int\frac{du}{\left(\frac{\sqrt{2}u-1}{\sqrt{2}}\right)^2+\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}+\int\frac{du}{\left(\frac{\sqrt{2}u+1}{\sqrt{2}}\right)^2+\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+6\cdot\left[\int\frac{du}{\left(\sqrt{2}u-1\right)^2+1}+\int\frac{du}{\left(\sqrt{2}u+1\right)^2+1}\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+\frac{6}{\sqrt{2}}\cdot\left[\int\frac{\sqrt{2}\,du}{\left(\sqrt{2}\,u-1\right)^2+1}+\int\frac{\sqrt{2}\,du}{\left(\sqrt{2}\,u+1\right)^2+1}\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+\frac{6}{\sqrt{2}}\cdot\left[ArcTg\left(\sqrt{2}\,u-1\right)+ArcTg\left(\sqrt{2}\,u+1\right)\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\left[Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+2\cdot\left[ArcTg\left(\sqrt{2}\,u-1\right)+ArcTg\left(\sqrt{2}\,u+1\right)\right]\right]+\alpha=(*)$$

Utilizamos la constante α para no confundir la "C" constante de integración con la "C" coeficiente.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Aquí hacemos una pausa para calcular $ArcTg\left(\sqrt{2}\,u-1\right)+ArcTg\left(\sqrt{2}\,u+1\right)$.

Por los conocimientos de trigonometría, sabemos que una *arco tangente* es un ángulo. Por ello podemos afirmar que $ArcTg\left(\sqrt{2}\,u-1\right)+ArcTg\left(\sqrt{2}\,u+1\right)=\theta$ siendo θ un ángulo. Si además consideramos que $ArcTg\left(\sqrt{2}\,u-1\right)=\alpha \quad \wedge \quad ArcTg\left(\sqrt{2}\,u+1\right)=\beta$, donde $\alpha \;\wedge\; \beta$ son también ángulos, esto nos permite plantear que $\theta=\alpha+\beta$, es decir una suma de ángulos.

También puede considerarse que si $ArcTg\left(\sqrt{2}\,u-1\right)=\alpha$ entonces $Tg\,\alpha=\sqrt{2}\,u-1$, y si $ArcTg\left(\sqrt{2}\,u+1\right)=\beta$ entonces $Tg\,\beta=\sqrt{2}\,u+1$. Ahora podemos aplicar la identidad referida a la tangente de la suma de ángulos:

$$Tg\theta=Tg(\alpha+\beta)=\frac{Tg\alpha+Tg\beta}{1-Tg\alpha\cdot Tg\beta}=\frac{\sqrt{2}u-1+\sqrt{2}u+1}{1-\left(\sqrt{2}u-1\right)\cdot\left(\sqrt{2}u+1\right)}=\frac{\sqrt{2}u}{1-u^2}$$

Luego tenemos que:

$$Tg\,\theta=\frac{\sqrt{2}u}{1-u^2} \quad\Rightarrow\quad Tg\,(\alpha+\beta)=\frac{\sqrt{2}u}{1-u^2} \quad\Rightarrow\quad \alpha+\beta=ArcTg\left(\frac{\sqrt{2}u}{1-u^2}\right) \quad\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\quad ArcTg\left(\sqrt{2}u-1\right)+ArcTg\left(\sqrt{2}u+1\right)=ArcTg\left(\frac{\sqrt{2}u}{1-u^2}\right)$$

Volviendo a (*):

$$(*)=I=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\left[Ln\left(\frac{u^2-\sqrt{2}u+1}{u^2+\sqrt{2}u+1}\right)+2\cdot ArcTg\left(\frac{\sqrt{2}u}{1-u^2}\right)\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\left[Ln\left(\frac{\sqrt[12]{x^2}-\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}+1}{\sqrt[12]{x^2}+\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}+1}\right)+2\cdot ArcTg\left(\frac{\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}}{1-\sqrt[12]{x^2}}\right)\right]+\alpha=$$

$$=\frac{3}{\sqrt{2}}\cdot\left[Ln\left(\frac{\sqrt[6]{x}-\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}+1}{\sqrt[6]{x}+\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}+1}\right)+2\cdot ArcTg\left(\frac{\sqrt{2}\cdot\sqrt[12]{x}}{1-\sqrt[6]{x}}\right)\right]+\alpha$$

Lo que queríamos comprobar (L. Q. Q. C.)

RAH-PGM

Versión

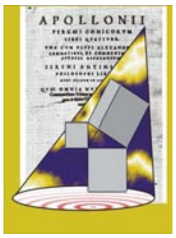
Del libro "Historia y Filosofía de las Matemáticas". Autor: Ángel Ruiz Zúñiga.

(Cuarta Entrega)

ÁNGEL RUIZ ZÚÑIGA, matemático, filósofo y educador nacido en San José, Costa Rica. Campo de investigación: educación matemática, historia y filosofía de las matemáticas, filosofía política y desarrollo social, sociología e historia de las ciencias y la tecnología, problemas de la educación superior, y asuntos de la paz mundial y el progreso humano. Autor de numerosos libros y artículos académicos, expositor y conferencista en más de un centenar de congresos internacionales, y organizador constante de eventos científicos internacionales y nacionales, ha sido, también, consultor y asesor en asuntos científicos, académicos, universitarios y políticos durante muchos años dentro y fuera de Costa Rica.

Continuación.-

Primera Parte: EN LA ANTIGÜEDAD.



Capítulo IV: Euclides y Apolonio.-

Alejandría en Egipto reemplazó a Atenas como el centro de la ciencia. Este cambio fue facilitado por los mismos gobernantes ptolomeos de Egipto.

Se afirma que en Alejandría se alcanzó la época dorada de la geometría. Tanto los Elementos de Euclides como las Secciones Cónicas de Apolonio se desarrollaron allí. Incluso la ciencia desarrollada fuera de Alejandría, como fue la geometría y la mecánica de Arquímedes, fueron producto de hombres que estudiaron o estuvieron influenciados por lo que se desarrollaba en Alejandría. De igual manera, en la astronomía fue relevante Alejandría: por ejemplo, con Aristarco de Samos que estableció una visión heliocéntrica del universo y, por supuesto, ya en el siglo II después de Cristo, con Ptolomeo.

4.1 Euclides

Euclides nació alrededor del año 325 a.C. en Alejandría, Egipto. Fue uno de los más prominentes matemáticos de la Edad Antigua. Su vida se conoce muy poco. Enseñó matemática la mayor parte de su vida en Alejandría y fue en esta ciudad donde fundó su escuela. Al no conocerse mucho de su vida, ha habido diferentes opiniones acerca de él; autores árabes creen que era hijo de Náucrates y que nació en Tiro. Otros insisten en que Euclides no era más que un ser ficticio y que se le han atribuido muchos tratados que no le corresponden. En lo que concuerdan diferentes autores es que era un hombre justo y dispuesto a que las matemáticas avanzaran en cualquier circunstancia. Murió aproximadamente en el año 265 a.C. en Alejandría.


EUCLIDES, DETALLE PINTURA DE RAFAEL

La formación de Euclides estuvo asociada a la Academia de Platón, y esto es un punto de referencia esencial para entender la naturaleza y los límites de su obra matemática.


EUCLIDES

Es interesante que tanto Euclides como Apolonio (todos los expertos consideran su trabajo fundamental en las Secciones Cónicas, esencialmente por su método, como parte del periodo clásico) serían considerados paradigmas de las matemáticas clásicas griegas, y sin embargo vivieran en la época cronológica alejandrina.

Esto de las relaciones genéticas y las influencias entre los diferentes intelectuales griegos es un asunto muy interesante. Thales fue maestro de Pitágoras. Existió una relación entre los pitagóricos y Zenón y Parménides. Los pitagóricos ejercieron la suya sobre Platón, que a su vez fue maestro de Aristóteles. Eudoxo fue influenciado por las ideas de Platón directamente en la Academia. Euclides se educó en la Academia de Platón y varios discípulos de Euclides, luego, ejercieron su influencia sobre Apolonio.

Esto hace referencia a los métodos de la construcción del conocimiento, tanto de sus contenidos, como de su naturaleza y fronteras: hay lazos, puentes, conexiones como en toda actividad humana. No es un mundo abstracto absoluto infalible, impoluto, al que se llega por vías solo racionales, protagoniza y concurre lo social y lo histórico con todas sus poderosas propiedades.

La relación de Euclides con los platónicos ha sido firmemente establecida: en los Elementos, según Proclus, Euclides incluyó varios resultados de Eudoxo, así como de Teeteto, vinculados a la Academia.

Todos los escritos que tenemos de Euclides han tenido que ser reconstruidos a partir de recensiones, comentarios, críticas u observaciones de otros escritores.

Los Elementos.-

Euclides y los Elementos son referencias inseparables.

Bien dice Sarton: "Euclides es como Homero; así como todo el mundo conoce la Ilíada y la Odisea, del mismo modo todo el mundo conoce los Elementos. ¿Quién es Homero? El autor de la Ilíada. ¿Y Euclides? El autor de los Elementos". [Sarton, George: Ciencia antigua y civilización moderna, p. 29]. Es aquí donde Euclides plantea 5 postulados y cinco nociones comunes, estas últimas llamadas por Proclus axiomas.

Proclus llegó afirmar, esto es interesante, que todas las matemáticas son hipotéticas.

A lo largo de la historia, las matemáticas después de Euclides, tanto los postulados como las nociones comunes fueron considerados verdades infalibles. Esta escogencia de postulados es relevante:

"La parte más asombrosa del Libro I es la selección de postulados que hizo Euclides. Por supuesto, que el maestro de Euclides en esta materia fue Aristóteles; éste había prestado mucha atención a los principios matemáticos, demostrando cómo no se puede prescindir de los postulados y probando la necesidad de reducirlos a un mínimo; pero la selección de los postulados es obra de Euclides". [Sarton, George: Ciencia antigua y civilización moderna, p. 33].

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Es interesante que Euclides en este libro establezca que la existencia de algunos de los conceptos a utilizar se garantiza por la posibilidad de construir rectas y círculos (regla y compás). Es decir, no hay identidad entre definición y existencia, hay que asegurar la existencia a través de un mecanismo: la construcción.

Los Elementos contiene trece libros o capítulos (aunque se le añadieron 2 libros más escritos por autores posteriores). Los primeros 6 son sobre geometría plana, los tres siguientes sobre teoría de números, el décimo sobre inconmensurable, y los tres últimos sobre geometría de sólidos.

Los Libros del I al IV consideran las propiedades de las figuras rectilíneas y los círculos.

El Libro I, por ejemplo, incluye teoremas sobre congruencia, rectas paralelas, el teorema de Pitágoras, construcciones elementales, figuras equivalentes y paralelogramos.

El libro empieza con 23 definiciones, dos de las cuales son:

"un punto es lo que no tiene parte",

"una recta es una longitud sin anchura".

Los postulados de Euclides también se encuentran en el Libro I. Se suele hacer una distinción entre postulados y nociones comunes o axiomas.

Postulados

1. Se puede trazar una recta desde un punto a otro cualquiera.
2. Es posible extender un segmento de recta continuamente a una recta.
3. Es posible describir un círculo con cualquier centro y cualquier radio.
4. Que todos los ángulos rectos son iguales.
5. Que si una línea recta corta a otras dos rectas formando con ellas ángulos interiores del mismo lado menores que dos ángulos rectos, las dos líneas rectas, prolongadas indefinidamente, se cortan del lado por el cual los ángulos son menores que dos ángulos rectos.

Nociones comunes

1. Cosas que son iguales a la misma cosa son iguales entre sí.
2. Si iguales se suman a iguales, los resultados son iguales.
3. Si iguales se restan de iguales, los restos son iguales.
4. Cosas que coinciden una con otra son iguales entre sí.
5. El todo es mayor que la parte.

Euclides sigue a Aristóteles: mientras que las nociones comunes se aplican a todas las ciencias, los postulados solo a la geometría.

Los dos primeros postulados son abstracciones derivadas de nuestra experiencia con una regla.

El tercer postulado se obtiene de nuestra experimentación con un compás.

El cuarto postulado es tal vez menos obvio y más abstracto, pero se deduce de nuestra experiencia midiendo ángulos con un transportador (donde la suma de ángulos suplementarios es 180, tal que ángulos suplementarios son congruentes entre sí).

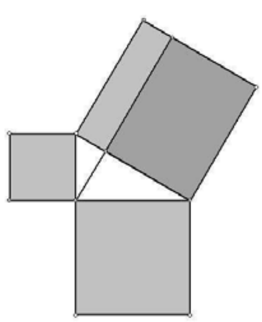
La noción cuarta se refiere a la "superposición" de figuras y es geométrica en su carácter; por eso debería Euclides haberla colocado más bien como un postulado.

En el Libro I de los Elementos de Euclides se consigna el Teorema de Pitágoras:

En todo triángulo rectángulo, la suma de los cuadrados construidos sobre los catetos es igual al cuadrado construido sobre la hipotenusa.

Esto se realiza con base en la siguiente figura.

TEOREMA DE PITÁGORAS



La demostración del Teorema de Pitágoras que aparece en el Libro I de los Elementos de Euclides, muestra la igualdad entre las áreas sombreadas.

El Libro II es de álgebra geométrica.

El Libro III tiene 37 proposiciones, inicia con definiciones sobre círculos, luego cuerdas, tangentes, secantes, ángulos inscritos y centrales, y esos conceptos de la geometría básica que se enseña en escuelas y colegios. Con base en una traducción al español que ofreció la UNAM de México [Euclides: Elementos de Geometría III, IV y V], vamos a citar los principales resultados de los Libros III, IV y V.

El Libro III inicia con las siguientes definiciones:

D.III.1. Círculos iguales son aquellos cuyos diámetros son iguales o cuyas (líneas) desde el centro son iguales.

D.III.2. Dícese que una recta es tangente al círculo, cuando toca el círculo y prolongada no lo corta.

D.III.3. Dícese que los círculos son tangentes mutuamente, cuando se tocan mutuamente y no se cortan mutuamente.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

D.III.4. En el círculo dícese que las rectas distan igualmente del centro, si las perpendiculares trazadas desde el centro a las mismas son iguales.

D.III.5. Dícese que dista más aquella sobre la cual cae la perpendicular mayor.

D.III.6. Segmento del círculo es la figura limitada por una recta y por la periferia del círculo.

D.III.7. Ángulo del segmento es el limitado por una recta y por la periferia del círculo.

D.III.8. Ángulo en el segmento es el limitado por las rectas trazadas desde un punto de la periferia del segmento a los extremos de la recta que es base del segmento.

D.III.9. Cuando las rectas que forman el ángulo cortan alguna periferia, dícese que el ángulo consiste en ella.

D.III.10. Sector del círculo es la figura limitada por las rectas que limitan el ángulo construido en el centro y por la periferia comprendida por ellas.

D.III.11. Segmentos circulares semejantes son los que abarcan ángulos iguales o aquellos en que los ángulos son iguales.

Y contiene, por ejemplo, los siguientes teoremas:

Teorema III.1

Encontrar el centro de un círculo dado.

Teorema III.2

La línea trazada entre dos puntos, tomados al acaso sobre la periferia del círculo, caerá dentro del círculo.

Teorema III.3

Si una recta por el centro del círculo divide a otra (que) no (pasa) por el centro en dos partes iguales, también la corta en ángulos rectos, y, si la corta en ángulos rectos, también la corta en dos partes iguales.

Teorema III.4

Si en un círculo se cortan dos rectas que no pasan por el centro, no se cortan en dos partes iguales.

Teorema III.5

Si dos círculos se cortan entre sí, no tienen el mismo centro.

El Libro IV tiene 16 proposiciones. Aquí hay figuras inscritas y circunscritas en círculos. Sus definiciones:

D.IV.1. Dícese que una figura rectilínea está inscrita en otra figura rectilínea, cuando cada uno de los ángulos de la figura inscrita tiene el vértice en cada uno de los lados de la figura en que se inscribe.

D.IV.2. Análogamente se dice que una figura está circunscrita alrededor de otra figura, cuando cada lado de la figura circunscrita toca a cada uno de los vértices de los ángulos de la figura alrededor de la cual se circunscribe.

D.IV.3. Dícese que una figura rectilínea está inscrita en un círculo, cuando cada ángulo de la figura inscrita toca la periferia del círculo.

D.IV.4. Dícese una figura rectilínea está circunscrita alrededor de un círculo, cuando cada lado de la figura circunscrita es tangente de la periferia del círculo.

D.IV.5. Análogamente dícese que un círculo está inscrito en una figura, cuando la periferia del círculo toca a cada uno de los lados de la figura en la cual se inscribe.

D.IV.6. Dícese que un círculo está circunscrito a una figura, cuando la periferia del círculo toca a cada uno de los ángulos de la figura alrededor de la cual se circunscribe.

D.IV.7. Dícese que una recta está adaptada en un círculo cuando los extremos de la misma están sobre la periferia del círculo.

El Libro V está basado en el trabajo de Eudoxo, y se considera el principal resultado de la geometría euclidiana. Incluye la teoría de las proporciones con las razones inconmensurables, por supuesto, evitando los números irracionales. Mientras que los Libros del I al IV evitan las magnitudes inconmensurables, el Libro V las incluye a partir de la teoría de la magnitud atribuida a Eudoxo.

Este libro comienza con las siguientes definiciones:

D.V.1. Entre dos magnitudes, la menor se llama parte (alícuota) de la mayor, cuando la mide (exactamente).

D.V.2. Una magnitud es múltiple de la menor cuando es medida por ella (exactamente).

D.V.3. Razón es cualquier relación entre dos magnitudes del mismo género según su cantidad.

D.V.4. Dícese que dos magnitudes tiene razón entre sí, cuando cada una puede ser multiplicada en modo de superar a la otra.

D.V.5. Dícese que la razón de una primera magnitud a una segunda es igual a la de una tercera a una cuarta, cuando las primeras y las terceras igualmente multiplicadas o al mismo tiempo superan, o al mismo tiempo son iguales o al mismo tiempo son inferiores que las segundas y cuartas igualmente multiplicadas.

D.V.6. Las magnitudes que tienen la misma razón se llaman proporcionales.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

D.V.7. Cuando entre (cantidades) igualmente multiplicadas, el múltiplo de la primera supera al múltiplo de la segunda, pero el múltiplo de la tercera no supera al múltiplo de la cuarta, se dice que la primera tiene a la segunda una razón mayor que la tercera a la cuarta.

D.V.8. La proporción mínima es entre tres términos.

D.V.9. Cuando tres magnitudes son (continuamente) proporcionales, se dice que la primera con la tercera tiene una razón duplicada de la que tiene con la segunda.

D.V.10. Si cuatro magnitudes son (continuamente) proporcionales, se dice que la primera tiene a la cuarta una razón triplicada de la que tiene a la segunda, y siempre del mismo modo en adelante, cualquiera que sea la proporción.

D.V.11. Se llaman homólogos los antecedentes con los antecedentes y los consiguientes con los consiguientes.

D.V.12. La razón se llama conmutada cuando se toma el antecedente con el antecedente y el consiguiente con el consiguiente.

D.V.13. La razón se llama inversa cuando se toma el consiguiente en lugar del antecedente y el antecedente en lugar del consiguiente.

D.V.14. Componer la razón es tomar el antecedente junto con el consiguiente como una sola cosa para el mismo consiguiente.

D.V.15. Substraer la razón es tomar el exceso del antecedente sobre el consiguiente al mismo consiguiente.

D.V.16. Convertir la razón es tomar el antecedente con la diferencia que hay entre el antecedente y el consiguiente.

D.V.17. Dícese razón igual cuando, dado un número cualquiera de magnitudes, de tal manera que de dos en dos sean respectivamente proporcionales a otras magnitudes, en las primeras magnitudes la primera es a la última como también en las segundas la primera es a la última; o, de otra manera, cuando se consideran los términos exteriores sin considerar los medios.

D.V.18. Razón perturbada se llama cuando, dadas tres magnitudes y otras tres, en las primeras magnitudes el antecedente está al consiguiente como en las segundas el antecedente está al consiguiente, y como en las primeras el consiguiente es a otra cosa en las segundas otra cosa es al antecedente.

Sus teoremas son relevantes, los citamos todos al final de este capítulo, para beneficio del lector. Aquí mencionamos los dos primeros.

Teorema V1

Dado un número cualquiera de magnitudes, que sean respectivamente equimúltiplos de otras magnitudes cualquiera, cuantas veces es múltiplo una magnitud de otra, otras tantas lo serán todas de todas las otras.

Teorema V2

Si una primera magnitud es múltiplo de una segunda el mismo número de veces que una tercera es múltiplo de una cuarta y una quinta es múltiplo de la segunda el mismo número de veces que una sexta es múltiplo de la cuarta, entonces también la primera y la quinta juntas serán múltiplos de la segunda el mismo número de veces que la tercera y la sexta lo son de la cuarta.

Algunos se han preguntado si esta teoría de las magnitudes y proporciones era suficiente para sostener lógicamente una teoría de los números reales, a pesar de que la mayor parte de matemáticos a lo largo de la historia de las matemáticas sólo la concibió como un fundamento para la geometría. La opinión más generalizada es negativa y tiende a subrayar que el Libro V y su teoría de las proporciones no podía servir como sustento más allá de la geometría.

EUCLIDES

Los Libros VII, VIII, y IX, tratan de la teoría de números o, mejor dicho, acerca de las propiedades de los números enteros y de las razones de números enteros. Sólo estos libros de los Elementos tratan la aritmética. Si bien Euclides usa segmentos de recta para representar números y rectángulos para el producto de los números, sus resultados no dependen enteramente de la geometría.

En ningún momento hay rastro en esta obra, debe decirse, de simbolismo.

El Libro X de los Elementos trata de clasificar diferentes tipos de números irracionales, o sea magnitudes inconmensurables. Los Libros X, XI, y XIII tratan de la geometría sólida y del método de exhausción. Este último libro contiene 18 teoremas sobre áreas y volúmenes, en especial de figuras curvilíneas o acotadas por superficies. Sobre el Libro X, nos comenta Sarton:

"Los algebristas babilónicos no conocían las cantidades irracionales, en tanto que el Libro X de los Elementos (el más extenso de los trece, todavía más que el Libro I) está dedicado exclusivamente a ellas. En este caso, una vez más, Euclides edificó sus teorías sobre cimientos más antiguos, pero éstos, ahora, fueron únicamente griegos. Podemos creer el relato que atribuye a los primitivos pitagóricos el conocimiento de las cantidades irracionales y el amigo de Platón, Teeteto (IV-1 a.C.), formuló una amplia teoría de ellas, así como de los cinco sólidos regulares. Nada prueba mejor el genio matemático griego (opuesto al babilónico) que la teoría de las irracionales tal como fue expuesta por Hipaso de Metaponto, Teodoro de Cirene, Teeteto de Atenas y, finalmente, por Euclides. Es imposible decir con exactitud qué parte del Libro X se debe a Teeteto y cuál a Euclides". [Sarton, George: Ciencia antigua y civilización moderna, p. 39].

La idea básica del método de exhausción es, por ejemplo, para probar relaciones entre áreas de círculos, inscribir polígonos regulares en los círculos y utilizar las propiedades o verdades de los polígonos para demostrar las de los círculos. Se trata de inscribir sucesivamente polígonos con un mayor número de lados, de tal manera que se aproxime mejor el área de los círculos.

El término "exhausción" fue consignado hasta el siglo XVII.

Un asunto muy importante es que este método da la impresión de un acercamiento casi completo al concepto de límite, como un método de aproximación. La realidad es que no es así. En todas estas pruebas, al final, en algún momento de los procedimientos usados para la demostración, todo descansa en el método indirecto, sin utilizar elemento alguno en la dirección del concepto de límite.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Es curioso que, desde el punto de vista de la deducción lógica, el trabajo de Euclides en torno a las áreas y volúmenes es más riguroso que el de Newton y Leibniz (más bien basado en el álgebra y los sistemas numéricos que en la deducción geométrica).

Los Elementos de Euclides contienen 467 proposiciones. Los Libros XIV y XV tratan de sólidos regulares, pero no fueron escritos por Euclides. El XV es poco claro e impreciso, el XIV se supone escrito por Hipsicles (c. 150 a.C.) y algunas de sus partes escritas en el siglo VI d.C.

En general, se sabe que la presentación de las proposiciones en los Elementos no es original de Euclides, pero la forma de presentación de toda la obra aparentemente sí es original (axiomas, definiciones explícitas, cadena de teoremas y la estructura lógica de lo simple a lo complejo en los teoremas). Hay, además, una selección, un escogimiento deliberado, de los teoremas.

Nadie puede negar el magistral trabajo de ordenamiento, sistematización, organización lógica, que aparece en los Elementos de Euclides. Hay un orden lógico decisivo: "Este orden es lo que constituye la esencia y la grandeza de los Elementos, pero los sabios medievales no vieron esto, o al menos no lo vieron hasta que los comentaristas musulmanes les abrieron los ojos". [Sarton, George: Ciencia antigua y civilización moderna, p. 43].

Sin embargo, este modelo de rigor que fue asumido como paradigma durante toda la historia de las matemáticas, poseía algunos problemas que son importantes de mencionar. Por ejemplo, según señalan algunos historiadores, el uso de la superposición, así como las explicaciones en busca de significados en las definiciones iniciales de punto, línea y superficies (las que son innecesarias puesto que, en esencia, se trata de términos indefinidos).

Debe mencionarse que, a pesar de la organización lógica y comprensiva de los contenidos de los Elementos, estos 13 libros no forman una unidad, más bien se trata de una compilación de libros previos. De hecho, hay resultados que se repiten en varios libros. Algunos historiadores consideran que los Libros X, XI y XII fueron escritos más bien por Teeteto.

Aunque a veces no se conoce el hecho, Euclides escribió otros libros además de los Elementos: la Óptica, la Catóptrica, los Datos, Pseudaria, Sobre las divisiones, Porismas, los Fenómenos y Superficies-Lugares.

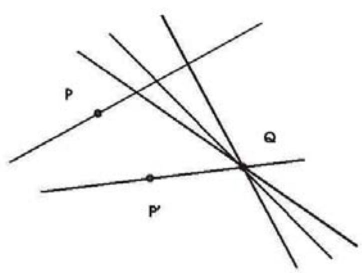
¿Cómo valorar la obra de Euclides? Sarton nos ofrece un juicio bastante equilibrado:

"Si tuviéramos en cuenta, como deberíamos, la obra de los egipcios y de los babilonios, veríamos que los Elementos de Euclides representan la culminación de un esfuerzo de más de mil años. Se podría objetar que Euclides merece ser llamado el padre de la geometría por otra razón. Aun concediendo que se hicieron muchos descubrimientos antes que él, Euclides fue el primero que reunió en una síntesis todos los conocimientos alcanzados por los demás y por él mismo, y que puso a todas las proposiciones conocidas en un sólido orden lógico. Esta afirmación no es enteramente verdadera. Algunas de esas proposiciones habían sido demostradas antes de Euclides y se habían establecido ya series de ellas. Además, Hipócrates de Quío (V-1 a.C.) León (IV-1 a.C.) y Teudio de Magnesia (IV-2 a.C.) habían escrito 'Elementos' antes que Euclides. El tratado de Teudio, que Euclides conocía muy bien, había sido preparado para la Academia y es posible que en el Liceo estuviese en uso uno semejante. Sea como fuere, Aristóteles conocía la teoría de las proporciones de Eudoxo y el método exhaustivo, que luego Euclides amplió en los Libros V, VI y XII de los Elementos. En resumen, bien consideremos los teoremas particulares, o los métodos, o el orden de los Elementos, Euclides rara vez fue un completo innovador; hizo mucho mejor y en mayor escala lo que otros geómetras habían hecho antes que él". [Sarton, George: Ciencia antigua y civilización moderna, pp. 31-32].

4.2 Apolonio.-

Nacido en Perga, Apolonio (c. 262-190 a.C.) se educó en Alejandría con discípulos de Euclides. Un vínculo directo con los métodos y las premisas intelectuales desarrolladas por el autor de los Elementos. Aunque se reconoce su trabajo en las Secciones Cónicas como su principal logro, sin embargo, escribió sobre otros temas. Un libro perdido de Apolonio, Repartos rápidos, trataba de métodos para efectuar cálculos rápidos, donde había, se supone, una aproximación de π mejor que la que ofreció Arquímedes. Otras obras, todas perdidas: Secciones en una razón dada, Secciones en un área dada, Secciones determinadas, Tangencias (o Contactos), Inclinaciones y Lugares planos. Muchas de las referencias del trabajo de Apolonio se encuentran en Pappus (en su Colección Matemática). Su obra fue tan relevante que se le llegó a conocer como el "gran geómetra".

Sin certeza completa, y con base en descripciones de otros autores, se puede señalar los temas que trataron algunas de estas obras. Por ejemplo, Secciones en una razón dada trataba casos del siguiente asunto: si se tienen dos rectas cada una con un punto sobre ellas, el problema es trazar otra recta por otro punto de tal manera que al cortar a las otras rectas se determinen segmentos que se encuentren en un proporción dada; los segmentos son las longitudes entre los puntos sobre cada recta. Vea la figura siguiente.



SECCIONES EN UNA RAZÓN DADA

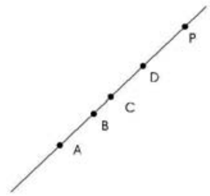
Secciones en un área dada refería a un problema similar, que los segmentos determinados por la construcción de un rectángulo equivalente a otro dado.

Secciones determinadas respondían al problema de determinar lo siguiente: dados cuatro puntos *A, B, C y D,* sobre una recta *L*, obtener un punto *P* sobre la misma recta tal que el rectángulo *AP* y *CP* se encuentre en una razón dada con el rectángulo de los lados *BP* y *DP*. Todos estos problemas engendran ecuaciones de segundo grado.

Tangencias trata el problema de encontrar una circunferencia tangente a tres objetos dados (que pueden ser un punto, una recta o una circunferencia). Este último se conoce modernamente como el "problema de Apolonio".

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

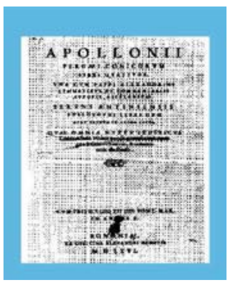


SECCIONES DETERMINADAS

Apolonio también fue astrónomo. Ya desarrollaremos su contribución en otro capítulo.

En relación con su trabajo en las secciones cónicas, debe decirse que si bien éstas habían sido tratadas por otros autores (como Euclides), fue Apolonio quien les dio el rigor, la consistencia, y la sistematización. Algunos historiadores de las matemáticas consideran las Secciones Cónicas como la culminación de la geometría clásica griega.

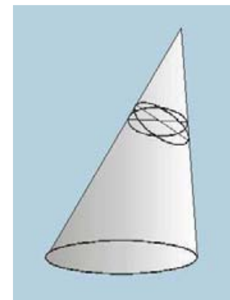
SECCIONES CÓNICAS DE APOLONIO



Lo primero que debe señalarse es que los griegos consideraban las cónicas como secciones de figuras tridimensionales por un plano (métodos de estereometría; secciones: intersección de un plano y un cono por ejemplo). Los griegos establecieron una división de curvas: lugares planos (rectas y circunferencias), lugares sólidos (cónicas), y lugares lineales: el resto de curvas.

Las Secciones Cónicas se supone que eran ocho libros con 487 proposiciones. Del griego original solamente se conserva la mitad de la obra (4 libros), otros tres libros en una traducción árabe (ibn Qurra). A diferencia de otros autores previos (como Menecmo), que generaban las secciones cónicas a partir de las tres clases de conos circulares rectos, Apolonio lo hizo a partir de un cono circular, ya fuera recto u oblicuo. También se sabe que fue el primero en reconocer las dos ramas de la hipérbola.

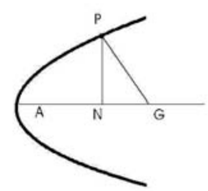
Apolonio mismo declara que los primeros 4 libros eran introductorios, aunque el Libro III contendría resultados originales. Los siguientes 4 libros sí son avanzados.



SECCIONES EN UN CONO

El Libro V es el que contiene resultados más novedosos y originales. Refiere a las longitudes máxima y mínima que se pueden dibujar desde un punto particular a una cónica. Son resultados sobre tangentes y normales a secciones cónicas. En este libro, por ejemplo, Apolonio demuestra el siguiente resultado:

"Si A es el vértice de una parábola $y^2=px$ y si G es un punto situado sobre su eje y tal que $AG>p$, y si N es un punto entre A y G tal que $NG=p$, y si NP es la perpendicular al eje por N, que corta a la parábola en P, entonces PG es el segmento mínimo que va desde G a un punto de la curva, y por lo tanto es normal a la parábola en P". [Tomado de Boyer, Carl: Historia de la Matemática, p. 203-204].



RESULTADO DE LIBRO V

El Libro VI refiere a cónicas congruentes y semejantes y a los segmentos de las cónicas. Para Apolonio: 2 cónicas son semejantes cuando las ordenadas que se trazan al eje con distancias proporcionales del vértice son respectivamente proporcionales a las abscisas correspondientes.

El Libro VII trata de los diámetros conjugados de una cónica central. Aquí está la proposición: "En toda elipse la suma, y en toda hipérbola la diferencia de los cuadrados construidos sobre dos diámetros conjugados cualesquiera es iguales a la suma, o diferencia, respectivamente, de los cuadrados sobre los ejes". [Tomado de Boyer, Carl: Historia de la Matemática, p. 206].

El tema de los diámetros conjugados había aparecido en el Libro I, que define así: considérense las cuerdas paralelas a un diámetro de una elipse (o hipérbola); entonces los puntos medios están sobre otro diámetro. Los diámetros se llaman conjugados. Apolonio los utilizó sistemáticamente como el equivalente de coordenadas oblicuas (hoy usamos 2 ejes perpendiculares). Esto es lo más lejos, probablemente, que los griegos antiguos irían cerca de la geometría de coordenadas.

El Libro VIII se perdió, y se presume contenía resultados para determinar los diámetros conjugados de una cónica de tal manera que algunas funciones de sus longitudes tuvieran valores dados.

Aquí es necesario hacer un comentario: en Euclides y Apolonio encontramos una organización plenamente deductiva de las matemáticas, sin referencia al proceso de construcción mediante prueba y error, heurística, establecimiento de conjeturas, análisis, y, en fin, de todo el proceso previo que puede tomar decenas y centenares de años para llegar a un resultado matemático general. Hay que tener siempre en mente que estos procesos de construcción no pueden desasociarse de la formulación de teoremas y sus derivaciones lógicas por medio de la deducción.

Estos trabajos, de cualquier manera, establecieron la metodología, las características y la naturaleza de las matemáticas. Como hemos comentado anteriormente, se trata de un proceso en el que intervinieron no solo construcciones matemáticas sino elementos filosóficos, ideológicos, visiones del mundo, y circunstancias sociohistóricas que edificaron en una parte importante una disciplina cognoscitiva.

Con estos matemáticos cerramos una etapa histórica e intelectual. Ahora nos debemos dirigir al mundo alejandrino, una fase distinta no solo desde la perspectiva política o social, para nosotros, en la naturaleza de la práctica en las ciencias y las matemáticas.

4.3 Anexo: Libro V de los Elementos de Euclides, teoremas.-

Resulta de interés conocer con cierta precisión los resultados contenidos en el Libro V de los Elementos de Euclides, que fueron el tratamiento último dado al asunto de las relaciones numéricas por parte de los griegos clásicos.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Teorema V1

Dado un número cualquiera de magnitudes, que sean respectivamente equimúltiplos de otras magnitudes cualquiera, cuantas veces es múltiplo una magnitud de otra, otras tantas lo serán todas de todas las otras.

Teorema V2

Si una primera magnitud es múltiplo de una segunda el mismo número de veces que una tercera es múltiplo de una cuarta y una quinta es múltiplo de la segunda el mismo número de veces que una sexta es múltiplo de la cuarta, entonces también la primera y la quinta juntas serán múltiplos de la segunda el mismo número de veces que la tercera y la sexta lo son de la cuarta.

Teorema V3

Si una primera magnitud es múltiplo de una segunda el mismo número de veces que una tercera es múltiplo de una cuarta, y se toman equimúltiplos de la primera y de la tercera, serán también respectivamente equimúltiplos de la segunda y de la cuarta.

Teorema V4

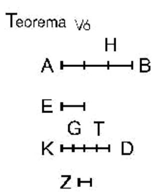
Si una primera cantidad tiene a una segunda la misma razón que una tercera a una cuarta, también los equimúltiplos de la primera y de la tercera tendrán la misma razón a los equimúltiplos de la segunda y de la cuarta tomados en su orden.

Teorema V5

Si una magnitud es múltiplo de otra el mismo número de veces que una magnitud quitada (de la primera) lo es a la quitada (a la segunda), también lo que queda (de una) es a lo que queda (de la otra) como el total es al total.

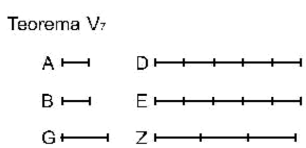
Teorema V6

Si dos magnitudes son equimúltiplos de otras dos magnitudes, y las cantidades quitadas a las primeras son equimúltiplos de las cantidades quitadas a las segundas, las restantes serán o iguales o equimúltiplos de ellas.



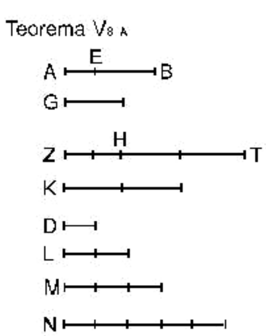
Teorema V7

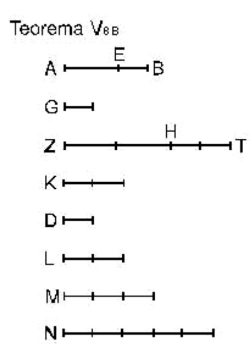
Magnitudes iguales con respecto a una misma magnitud tiene la misma razón y una misma magnitud tiene la misma razón con magnitudes iguales.



Teorema V8

De dos magnitudes desiguales la mayor tiene con una misma magnitud mayor razón que la menor y la misma magnitud tiene mayor razón con la menor que con la mayor.





(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

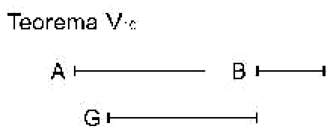
(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Teorema V9

Las magnitudes que tienen la misma razón a una misma magnitud son iguales, y aquellas magnitudes a las que una misma magnitud tiene la misma razón también son iguales.

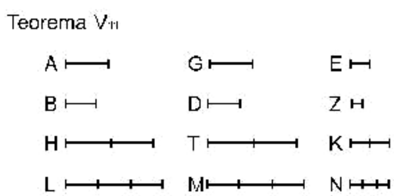
Teorema V10

De las magnitudes que tienen razón con una misma magnitud, la que tiene mayor razón es mayor, y aquella a la cual una misma magnitud tiene mayor razón es menor.



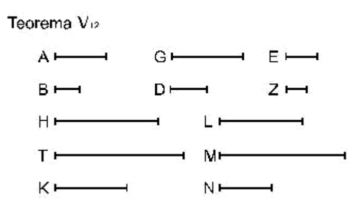
Teorema V11

Las razones iguales a una razón son también iguales entre sí.



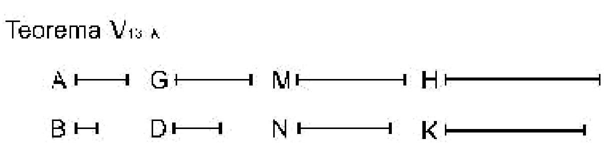
Teorema V12

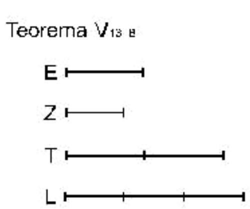
Si cualquier número de magnitudes están proporcionadas como una de las precedentes está a una de las siguientes, así están todos los antecedentes a todos los consiguientes.



Teorema V13

Si una primera magnitud tiene a una segunda la misma razón que una tercera a la cuarta y la tercera a la cuarta tenga una razón mayor que la quinta a la sexta, también la primera a la segunda tendrá una razón mayor que la quinta a la sexta.





Teorema V14

Si una primera magnitud tiene a la segunda la misma razón que una tercera a la cuarta, y la primera es mayor que la tercera, también la segunda será mayor que la cuarta: si fuese igual, igual; si menor, menor.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Teorema V15

Las partes y los equimúltiplos tomados en el mismo orden tienen la misma razón.

Teorema V16

Si cuatro magnitudes son proporcionales, también permutándolas, serán proporcionales.

Teorema V17

Si las magnitudes proporcionales son compuestas, también separándolas, son proporcionales.

Teorema V18

Si algunas magnitudes separadas son proporcionales, también compuestas serán proporcionales.

Teorema V19

Si un todo tiene a otro todo la misma razón que lo quitado (de uno) tiene a lo quitado (del otro), también las partes restantes estarán entre sí como los todos.

Teorema V20

Si hay tres magnitudes y otras en igual número, tomándolas de dos en dos proporcionalmente, con la misma razón, si la primera es mayor que la tercera, también la cuarta será mayor que la sexta, y si igual, igual, y si menor, menor.

Teorema V21

Si hay tres magnitudes y otras tantas tomadas de dos en dos forman una proporción perturbada, igualmente, si la primera es mayor que la tercera, también la cuarta será mayor que la tercera, también la cuarta será mayor que la que la sexta; si igual, igual; si menor, menor.

Teorema V22

Si hay algunas magnitudes y otras tantas que, tomadas de dos en dos, estén en la misma proporción, también tendrán igualmente una razón igual.

Teorema V23

Si se dan tres magnitudes y otras tantas, unidas juntamente de dos en dos en la misma proporción, y la proporción de las mismas está perturbada, estarán igualmente en la misma proporción.

Teorema V24

Si la primera tiene a la segunda la misma razón que la tercera a la cuarta y también la quinta tiene a la segunda la misma razón que la sexta a la cuarta, también la primera y la quinta juntas tendrán a la segunda la misma razón que la tercera y la sexta a la cuarta.

Teorema V25

Si cuatro magnitudes son proporcionales, la máxima y la mínima son mayores que las dos restantes.

4.4 Biografías.-

APOLONIO

Apolonio nació alrededor del año 262 a. C. en Perga (ahora Turquía). Son muy pocos los datos que se tienen de este matemático, es conocido como “El gran geómetra”, debido a su gran influencia en el desarrollo de la geometría; además hizo una importante colaboración en la astronomía.

Siendo muy joven, partió a Alejandría a estudiar con los sucesores de Euclides y poco tiempo después se convirtió en profesor ahí. Se sabe que visitó Pergamum, una antigua ciudad griega en Mysia, en donde acababan de construir una universidad y una biblioteca similares a las de Alejandría. En este cuidad conoció a Eudemus de Pergamum y a Attalus, quien se cree debió ser el Rey Attalus I de Pergamum. Tuvo un hijo llamado también Apolonio y fue quien se encargó de llevar la segunda edición de su libro más famoso Cónicos desde Alejandría hasta Eudemus en Pergamum. Murió alrededor del año 190 a. C. en Alejandría, Egipto.

4.5 Síntesis, análisis, investigación.-

1. Ubique en un mapa dónde estaba la ciudad de Alejandría.
2. Investigue y explique resumidamente cómo se dio la conquista macedonia de Grecia, la división del imperio de Alejandro el Grande al darse su muerte, y el contexto sociopolítico del mundo Ptolomeo.
3. ¿Cuántos Libros o capítulos posee los Elementos de Euclides? ¿A qué temas se refieren los Libros del I al IV? ¿Cuántas definiciones tiene el Libro I? ¿Cuántas proposiciones tiene los Elementos?
4. Haga dibujos que ilustren las definiciones del Libro III de los Elementos de Euclides.
5. Investigue sobre las pruebas de los teoremas del Libro III de los Elementos de Euclides. Ofrezca demostraciones de 3 de ellos.
6. Haga dibujos que ilustren cada una de las definiciones del Libro IV de los Elementos de Euclides.
7. ¿Se puede considerar a Euclides el padre de la geometría? Explique.
8. Explique cómo obtenían los griegos las secciones cónicas.
9. ¿Qué temas considera Apolonio en el Libro V de sus Secciones Cónicas?
10. Lea el siguiente texto.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

"Los Elementos de Euclides no solamente fueron la primera obra matemática griega de importancia que ha llegado hasta nosotros, sino también el libro de texto que ha ejercido una mayor influencia de todos los tiempos. Fue escrito hacia el 300 a.C., y desde entonces fue copiado y recopiado sin cesar, con la consecuencia de que se deslizaron en él errores y variaciones de una manera inevitable; incluso algunos editores posteriores, especialmente Teón de Alejandría, a finales del siglo IV, pretendieron mejorar el original. Sin embargo, ha sido posible obtener una impresión bastante buena del contenido de la versión euclídea por comparación entre más de media docena de copias griegas manuscritas que datan en su mayoría de entre los siglos X y XII. Las ampliaciones posteriores, que aparecen generalmente como escolios, añaden información adicional, con un interés histórico frecuente-mente, y en la mayor parte de los casos se distinguen con facilidad del texto original. También nos han llegado copias de los Elementos en su traducción al árabe, que se vertieron más tarde al latín en el siglo XVI y, por último, a los idiomas vernáculos durante el siglo XVI. La primera versión impresa de los Elementos apareció en Venecia en 1482, y fue uno de los primerísimos libros matemáticos que se imprimió; se estima que desde entonces se han publicado más de un millar de ediciones. Probablemente ningún otro libro salvo la Biblia puede jactarse de haber tenido tantas ediciones, y desde luego ninguna otra obra matemática ha tenido una influencia comparable con la de los Elementos de Euclides. ¡Qué apropiado resultaba, pues, el que los sucesores de Euclides se refirieran a él llamándole ‹El Elementador›!" [Boyer, C.: Historia de la matemática, p. 162]

Describa según esta cita la influencia de este famoso libro.

11. Estudie la siguiente cita.

"Los métodos que utiliza Apolonio en las Cónicas son tan semejantes en muchos aspectos al planteamiento analítico moderno que su obra se ha considerado a menudo como una anticipación de la geometría analítica de Descartes en unos 1.800 años. El uso de unas rectas de referencia en general y de un diámetro y una tangente en uno de sus extremos en particular no difiere esencialmente, desde luego, del uso de un sistema de coordenadas, sea rectangular u oblicuo, en general. Las distancias medidas a lo largo del diámetro a partir del punto de tangencia son las abscisas, y los segmentos paralelos a la tangente, interceptada por el diámetro y la curva, son las ordenadas. Las relaciones que da Apolonio entre estas abscisas y las correspondientes ordenadas (o síntomas de las curvas) no son otra cosa que formas retóricas de las ecuaciones analíticas de las curvas consideradas. Sin embargo, en el álgebra geométrica de los griegos no había lugar para las magnitudes negativas y, por otro lado, lo que podríamos llamar un sistema de coordenadas venía siempre superpuestos 'a posteriori' a una curva dada para estudiar sus propiedades. No parece presentarse ningún caso en la geometría antigua en el que se fije un sistema de coordenadas de referencia 'a priori', con el fin de representar gráficamente una ecuación o relación expresada de manera simbólica o retórica. Podemos decir de la geometría griega que las ecuaciones vienen determinadas por las curvas, pero no que las curvas vengan determinadas por las ecuaciones. Las coordenadas, variables y ecuaciones fueron, pues, conceptos subsidiarios derivados de una situación geométrica concreta, y se puede asegurar que desde el punto de vista griego no era suficiente en absoluto para definir curvas el darlas de manera abstracta como lugares geométricos de los puntos que satisfagan condiciones dadas sobre sus dos coordenadas. Para garantizar que un lugar geométrico era realmente una curva, los antiguos griegos consideraron necesario o bien producirla de una manera estereométrica como una sección de un sólido o describir su construcción de una manera cinemática". [Boyer, C.: Historia de la matemática, p. 205].

Explique, según Boyer, la relación entre ecuaciones y curvas en la geometría griega. Explique la opinión de este gran historiador de las matemáticas sobre si las Cónicas constituyen una anticipación de la geometría analítica.

12. Repase con cuidado los teoremas del Libro V de los Elementos de Euclides y trate de interpretarlos en el contexto de la matemática de nuestro tiempo. Escoja 5 teoremas, utilice o haga dibujos apropiados y ayúdese con bibliografía adicional para explicarlos.

Continuará en el próximo número…

LOS QUÍMICOS Y SUS APORTES A LA CIENCIA

GLEN T. SEABORG

Nació el 19 de abril de 1912 en Ishpeming, Míchigan, y murió el 25 de febrero de 1999 en Redondo Beach; ambos sucesos en E. E. U. U.

Fuentes:

- **Wikipedia.**
- **Estilo MLA: "Glenn T. Seaborg – biografía". Nobelprize.org. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1951/seaborg-bio.html**

Consulta: Diciembre 18, 2011.

GLEN T. SEABORG (1912-1999)

Glenn Theodore Seaborg logró el Premio Nobel en Química en 1951 por "descubrimientos en la química de los elementos transuránicos",[1] contribuyendo al descubrimiento y aislamiento de diez elementos químicos, desarrolló el concepto de *elemento actínido* y fue el primero en proponer la serie actínida, que deja fija la disposición actual de la tabla periódica de los elementos.

Seaborg pasó la mayor parte de su carrera como educador e investigador científico en la Universidad de California, Berkeley, donde llegó a ser profesor adjunto.[2] Seaborg fue consejero científico sobre energía nuclear de diez presidentes desde Truman hasta Clinton, siendo además presidente de la Comisión Americana para Energía Atómica desde 1961 hasta 1971, donde estuvo a favor tanto del uso comercial como pacífico de la energía nuclear. Durante su carrera trabajó en el control de armamentos. Fue uno de los firmantes del Informe Franck y contribuyente para alcanzar el Limited Test Ban Treaty, el tratado de no proliferación de armas atómicas, y el *Comprehensive Test Ban Treaty*.[3] Seaborg fue muy conocido por su dedicación a la enseñanza de la ciencia y dedicación a la investigación. Fue uno de los colaboradores del informe *A Nation at Risk* (*Una nación en riesgo*, en español) cuando el presidente Reagan formaba parte de la National Commission on Excellence in Education, y fue el principal autor del Informe Seaborg sobre la Ciencia Académica, elaborado en los últimos días de la administración de Eisenhower.[4]

Seaborg fue uno de los principales codescubridores de diez elementos químicos: plutonio, americio, curio berkelio, californio, einsteinio, fermio, mendelevio, nobelio y el *elemento 106* (cuyo nombre es el seaborgio, denominado así en su honor cuando Seaborg aún vivía). Desarrolló más de un centenar de isotopos atómicos, y se le concede el crédito de haber realizado una contribución importante en la separación del isotopo de uranio usado en la bomba de Hiroshima. Posteriormente hizo descubrimientos en el área de medicina nuclear, desarrollando sistemas para la detección de tumores, uno de los más notables es el iodo 131, empleado en el tratamiento de las enfermedades de la tiroides. Se deben tener en cuenta además sus trabajos teóricos sobre el desarrollo del *concepto de los actínidos* que toman parte de las series actínidas, así como de las lantánidas, en la tabla periódica. Seaborg propuso la ubicación que en la actualidad conocemos en las series transactínidos y superactínidos.[5] Tras compartir en 1951 el Premio Nobel de Química con Edwin McMillan, recibió aproximadamente 50 doctorados honorarios y muchísimos otros honores. Los epónimos dedicados a Seaborg son también numerosos: desde elementos atómicos hasta asteroides. Seaborg fue autor de una gran cantidad de artículos, habiendo participado en la elaboración de más de 50 libros. Su lista de publicaciones mantiene el record de entradas en Who's Who.

Para llegar al concepto de estructura electrónica del elemento pesado actínido, Seaborg demostró que los elementos pesados forman una serie de "transición" de actínidos elementos en una forma análoga a la serie de tierras raras de elementos lantánidos. El concepto ha demostrado cómo los elementos pesados encajan en la tabla periódica y demostraron así su relación con los demás elementos.

Biografía.-

Seaborg, de parientes suecos, fue hijo de Herman Theodore (Ted) y de Selma Olivia Erickson Seaborg. Tuvo sólo una hermana, Jeanette. Cuando Glenn Seaborg era niño, a la edad de 10 años, la familia se trasladó a una subdivisión denominada Home Gardens, que posteriormente se anexó a la ciudad de South Gate, California, un suburbio de Los Angeles. Llevó un diario con sus actividades desde 1927 hasta que en 1989 sufrió un infarto.

CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

De joven le fascinaban los deportes y el cine, el interés por la ciencia no fue posible hasta que conoció a un profesor de física y química que le inspiró, Dwight Logan Reid de la David Starr Jordan High School en Watts, Los Ángeles, California [6], institución educativa de la cual egresó Seaborg en 1929 con la anécdota de haber sido el *valedictorian de su promoción*, que hace referencia al graduando seleccionado para realizar el discurso de la última clase en representación de sus compañeros, honor que recibió por ser el primero de su clase. Entró en la Universidad de California, en Los Ángeles, ese mismo año 1929, graduándose en química en 1934.

En UCLA fue invitado por un profesor alemán para que se entrevistara con Albert Einstein, experiencia que tuvo un profundo impacto en Seaborg. Se conoce que entre 1937 y 1939 trabajó como empaquetador de frutas y asistente de laboratorio[7], esta última actividad como asistente personal de laboratorio de Gilbert Newton Lewis, con quien posteriormente publicaría una serie de artículos científicos.

Recibió su doctorado en química en 1937 de la Universidad de California, Berkeley, y su tesis doctoral versó sobre la dispersión inelástica de los neutrones (fue allí donde acuñó el término *nuclear spallation*). Fue miembro de la fraternidad profesional de química Alpha Chi Sigma. Como estudiante graduado en la década de 1920, Seaborg desarrolló investigaciones en *wet chemistry* con la ayuda de su consejero Gilbert Newton Lewis, y fue en esta época en la que en conjunto los dos publicaron tres artículos sobre la teoría de los ácidos y bases.

Seaborg estudió con detalle el texto *Applied Radiochemistry* (*Radioquímica aplicada*), de Otto Hahn, del Instituto Kaiser Guillermo para la Química en Berlín, con lo cual su interés por la investigación terminó de profundizarse. Durante varios años, Seaborg condujo importantes investigaciones sobre radioactividad artificial empleando el ciclotrón de Lawrence en Berkeley. Allí comenzó a conocer la fisión nuclear[8] Seaborg empezó por aquellos años a ser experto en ciencia nuclear y esto llamó la atención de Robert Oppenheimer. Oppenheimer tenía la reputación de proporcionar largas respuestas, frecuentemente profundas y bastante prolongadas sin que se hubiera acabado la pregunta por parte del interlocutor. Seaborg adquirió la costumbre de hacer preguntas de formulación rápida, planteadas a veces de forma velada, esto hizo que tuviera una buena reputación de persona sucinta.[9]

Pionero de la química nuclear.-

Seaborg permaneció en la Universidad de California, Berkeley, para terminar su investigación de postdoctorado. Continuó con el trabajo de Frederick Soddy sobre las investigaciones de los isótopos y contribuyó al descubrimiento de más de 100 isótopos de diferentes elementos. Empleando uno de los ciclotrones de su profesor Lawrence, John Livingood, Fred Fairbrother y Seaborg crearon un nuevo isótopo del hierro, el hierro 59 (Fe-59) en 1937. El hierro-59 fue útil en los estudios de la hemoglobina en la sangre humana. En 1938, Livingood y Seaborg en conjunto crearon un importante isótopo del iodo, el Iodo-131 (I-131), isótopo que todavía se emplea hoy en día para el tratamiento de la tiroides (muchos años después esta contribución hizo que se pudiera prolongar la vida de su madre). Como resultado de estas y otras contribuciones, Seaborg fue aclamado como pionero en las aplicaciones de medicina nuclear, además de ser uno de los más prolíficos descubridores de isótopos.[10]

En el año 1939 fue nombrado Profesor Instructor en Química en la Universidad de California, Berkeley, y fue ascendido a Profesor Asistente en 1941 y Profesor de Química en 1945.[11] El físico de la Universidad de California, Edwin McMillan dirigió el equipo que descubrió el elemento 93, neptunio, en 1940. En noviembre de 1940, McMillan fue persuadido para abandonar Berkeley temporalmente para asistir con urgencia la necesidad de investigación en la tecnología del radar. Como Seaborg y sus colegas habían perfeccionado los métodos de oxidación-reducción de McMillan para aislar el neptunio, Seaborg le solicitó a McMillan continuar con la colaboración de investigación en el elemento 94. McMillan aceptó.[12] Seaborg fue el primero en elaborar un informe sobre la emisión alfa señalando que era proporcional sólo a una fracción del elemento 93, en observación. La primera hipótesis de esta emisión era la contaminación de las muestras con uranio. Pero un análisis más detallado de las emisiones de partículas alfa mostró la existencia del elemento 93. En febrero de 1941, Seaborg y sus colaboradores hicieron el descubrimiento del elemento que cambiaría la historia de la humanidad, el elemento 93, que posteriormente denominó *plutonio*. El plutonio es relativamente estable, y decae rápidamente mediante la emisión de partículas alfa en neptunio.[13] En el mismo año produjo plutonio, en 1941, descubrió un isótopo U^{235} que aparece sólo en ciertas condiciones.

En 1946, asumió la responsabilidad de la dirección de investigación de Química nuclear en el laboratorio de radiación Lawrence, operado por la Comisión de energía atómica por la Universidad de California; desde 1954 a 1961, fue Director asociado de RL. En el mismo año, fue nombrado por el Presidente Truman para ser un miembro de primera asesoría mesa la AEC, puesto que mantuvo hasta 1950. En 1958, fue nombrado rector de la Universidad de California en Berkeley. En ese puesto se desempeñó hasta su nombramiento por el Presidente Kennedy para la Comisión de energía atómica en 1961, cuando fue designado Presidente de la Comisión. Su mandato expiró en 1968.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Entre 1959 y 1961, fue también miembro del Comité Consultivo de ciencia del Presidente. Seaborg recibió una licencia para poder ausentarse de la Universidad de California entre 1942 y 1946, período en el que dirigió el trabajo sobre el plutonio del proyecto Manhattan en el laboratorio de metalurgia de la Universidad de Chicago. Fue co-descubridor del plutonio y elementos transuránicos todo aún más a través del elemento 102.

El cuerpo de información montado en el laboratorio de Seaborg ha hecho posible predecir las características radiactivas de muchos isótopos de elementos aún están por encontrarse. También, bajo la dirección de Seaborg, nuevos cuerpos de metodología e instrumentación se han desarrollado y se han convertido en una piedra angular de la química nuclear moderna. Seaborg es autor de aproximadamente 200 publicaciones científicas, incluyendo una serie de exámenes generales y compilaciones en publicaciones científicas. También es autor y coautor de varios libros sobre la química y los elementos.

Entre los honores que ha recibido seaborg, se incluyen:

En 1947, nombrado como uno de los 10 hombres jóvenes excelentes de Estados Unidos, por la Cámara Junior cámara de Comercio de Estados Unidos;

- En 1947, recibió el Premio en Química Pura de la Sociedad Química Americana;
- En 1948, Medalla de oro de John Ericsson por la Sociedad Americana de Ingenieros Suecos;
- En 1948, Medalla Nichols de la sección de Nueva York de la Sociedad Química Americana;
- En 1953, el Premio John Scott y la Medalla de la ciudad de Filadelfia;
- En 1957, la Medalla Perkin de la sección estadounidense de la Sociedad de la Industria Química;
- En 1959, el Premio Enrico Fermi de la Comisión de energía atómica por su destacada labor en el campo de la química nuclear y por su liderazgo en los asuntos científicos y educativos;
- En 1962, nombrado el americano sueco del Año por la Orden Vasa de América, de Estocolmo;
- En 1963, Medalla Franklin del Instituto Franklin, Philadelphia.

Seaborg fue miembro honorario de la Sociedad Química de Londres y de la Real Sociedad de Edimburgo. Fue miembro del Instituto Americano de Químicos, de la Academia de Ciencias de Nueva York, de la Academia de Ciencias de California, de la Sociedad American de Física y de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. Fue miembro de la Real Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería, de la Academia Nacional de Ciencias, de la Academia Americana de Artes y Ciencias, y de la Real Sociedad de Artes de Inglaterra.

Entre los Grados Doctor Honoris Causa que le fueron otorgados a. Seaborg se incluyen: Doctor en Ciencias de la Universidad de Denver, 1951; Gustavus Adolphus College, 1954; Northwestern University, 1954; Universidad de Notre Dame, 1961; Universidad Estatal de Ohio, 1961; Universidad Estatal de Florida, 1961; Universidad de Maryland, 1961; Universidad de Temple, 1962; Tulane University, 1962; Instituto de Tecnología de Drexel, 1962; La Universidad de Georgetown, 1962; Universidad del Estado de Nueva York, 1962; Mundelein College, 1963; Trinity College, 1963; el grado de Doctor en derecho por la Universidad de Michigan, 1958; y la Universidad de Massachusetts, 1963; el grado de Doctor de Letras Humanas de la Universidad de Michigan del Norte, 1962; el grado de Doctor de la Función Pública de la Universidad de George Washington, 1962; y el grado de Doctor de la Administración Pública de la Universidad de Puget Sound, 1963.

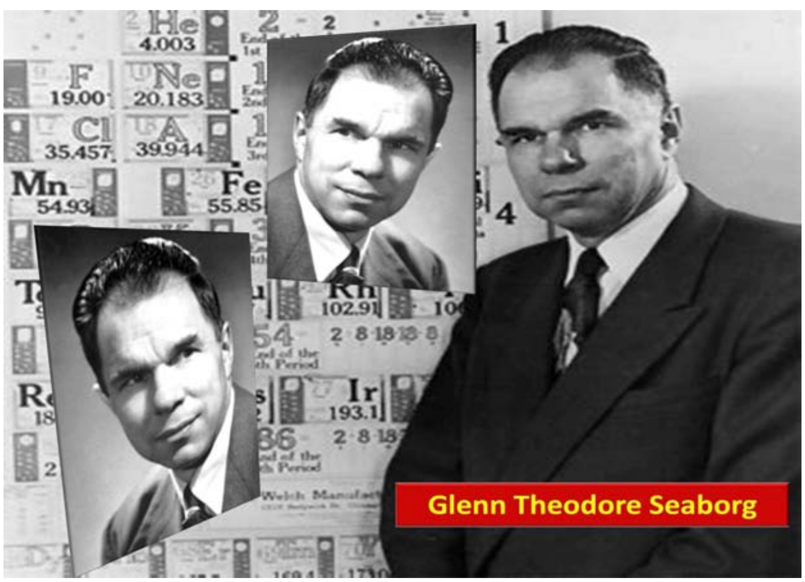
(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

En 1942, Seaborg se casó con Helen L. Griggs, entonces Secretaria del Dr. Ernest O. Lawrence (Nóbel de física 1939). Tuvieron seis hijos: Pedro (nacido en 1946), Lynne (nacido en 1947), David (nacido en 1949), Stephen (nacido en 1951), John Eric (nacido en 1954) y Dianne (nacida en1959). Su principal afición fue el golf, pero también siguió la actividad en otros deportes con interés. Tanto así que entre 1953 y 1958 sirvió como Representante Atlético de la Facultad en la Universidad de California de Berkeley.

Notas.-

1. ↑ http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1951/index.html, Página de los Premios Nobel, consultada en enero del 2007.
2. ↑ http://www.nmu.edu/seaborg/seaborg.htm, "Glenn T. Seaborg: Citizen-Scholar," Glenn T. Seaborg Center Website, Northern Michigan University.
3. ↑ http://isswprod.lbl.gov/Seaborg/bio.htm Sitio del Laboratorio Lawrence Berkeley, consultado el 9 de noviembre del 2006.
4. ↑ http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/seaborg-edu-legacy.html, Science Beat, sitio del Laboratorio Lawrence Berkeley, consultado el 9 de noviembre del 2006.
5. ↑ http://www-cms.llnl.gov/seaborginstitute/seaborg.html, Sitio del Instituto Seaborg, consultado en enero del 2007.
6. ↑ Seaborg, Glenn T. and Eric Seaborg, *Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington.* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2001), 13-14. ISBN 0-374-29991-9
7. ↑ http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/USAseaborgH.htm Biografía de Seaborg, consultada en julio del 2006.
8. ↑ Seaborg, Glenn T. and Eric Seaborg, *Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington.* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2001), 57-59. ISBN 0-374-29991-9
9. ↑ Seaborg, Glenn T. and Eric Seaborg, *Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington.* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2001), 26. ISBN 0-374-29991-9
10. ↑ http://www.atomicmuseum.com/tour/nm1d4.cfm, Sitio del National Atomic Museum, consultado el 16 de julio del 2006.
11. ↑ http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/seaborg-timeline.html, Sitio del Laboratorio Lawrence Berkeley, consultado el 9 de noviembre del 2006.
12. ↑ Jackson, David J. and W. K. H. Panofsky, Biographical Memoirs: Edwin Mattison McMillan, National Academies Press, online at http://www.nap.edu/readingroom/books/biomems/emcmillan.html, accessed July 16, 2006
13. ↑ Delphine Farmer, An Elementary Problem, *Berkeley Science Review*, 1:1, 2001, online at http://www.nap.edu/readingroom/books/biomems/emcmillan.html, página consultada en julio del 2006.



Imágenes obtenidas de:

Google

FÍSICOS NOTABLES

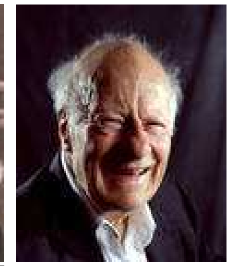
Hans Albrecht Bethe

Nació el 2 de julio de 1906, en Estrasburgo, Alsacia-Lorena, Alemania; y falleció el 6 de marzo del 2005 en Ithaca, New York, E. E. U. U.

Cursó sus estudios de enseñanza media y universitaria en Francfort, entre los años 1915 a 1924. En 1925, ingresa a la Universidad de Munich para realizar un postgrado en física teórica, teniendo como profesor guía a Arnold Sommerfeld. Rinde su tesis y recibe su Ph.D. en 1928.

Fuente: Astro Cosmo.
Consulta: Diciembre 18, 2011.





HANS ALBRECHT BETHE
(1906-2005)

Su primer cargo como docente, lo desempeñó durante un semestre académico como ayudante de una cátedra de física en la Universidad Francfort y, luego, por el mismo tiempo, ocupa el mismo cargo pero en la Universidad de Stuttgart. En mayo 1930, es nombrado profesor en la universidad de München, puesto que desempeña hasta 1933. Durante ese período, es becado por el International Education Board para realizar estudios, primero en la Universidad de Cambridge, Inglaterra y, más tarde, en la de Roma. Durante el semestre de invierno del año académico 1932-1933, Bethe comienza ha desempeñarse también como profesor auxiliar en la Universidad de Tubingen. Pero con el advenimiento del régimen Nazi, Bethe tuvo que dejar todos sus cargos académicos. Cuando Adolf Hitler asumió como canciller de Alemania en enero de 1933, centenares de académicos judíos fueron despedidos de sus trabajos. Aunque Bethe no se consideraba un judío en el tercer reich, no obstante su madre era judía. Se enteró de su despido por uno de sus estudiantes que le mostró una noticia que aparecía sobre ello en un periódico.

En octubre de 1933, Bethe emigra a Inglaterra donde es nombrado profesor visitante en la Universidad de Manchester por el año académico 1933-1934; también es becado a la Universidad de Bristol en el otoño de 1934. En febrero de 1935, es designado profesor auxiliar en la Universidad de Cornell, Ithaca, N. Y., EE.UU., siendo promovido a profesor titular de cátedra en el verano de 1937. Permaneció allí desde entonces, a excepción de sus años sabáticos y de los trabajos que tuvo que realizar durante la Segunda Guerra Mundial. Durante los años de la guerra, primero se desempeñó en el proyecto del radar de microonda en el Laboratorio de Radiación del Instituto Tecnológico de Massachusetts, y luego asignado al Laboratorio Científico de Los Álamos para montar la primera bomba atómica. Dos de sus años sabáticos los ocupó en visitar las universidades de Columbia, Cambridge y Copenhague, y el CERN y Copenhague.

Bethe se focalizó en su trabajo en la teoría de los núcleos atómicos. Junto con Peierls, desarrolló una teoría, en 1934, sobre el deuterón, la que amplió posteriormente en 1949. En 1935, logró resolver una serie de contradicciones que se daban en la escala de las masas nucleares. Entre los años 1935 y 1938, Bethe se abocó al estudio de las reacciones nucleares, lo que le permitió predecir una sucesión de complejos ciclos de las reacciones. En conexión con ese tema, desarrolló en una forma más cuantitativa la teoría del núcleo compuesto de Bohr. Ese trabajo, más los estudios que realizó sobre las reacciones nucleares y los resultados experimentales, fueron resumidos y publicados por Bethe en tres artículos en Reviews of Modern Physics, los que por muchos años sirvieron como textos de consulta para físicos nucleares.

El trabajo de Bethe sobre las reacciones nucleares lo condujo al descubrimiento de la mecánica que provee de energía a las estrellas. La reacción nuclear más importante de las estrellas más brillantes es la del ciclo carbono-nitrógeno, mientras que las estrellas más débiles semejantes al Sol utilizan por sobre todo la reacción protón-protón. El principal logro de Bethe sobre este tema es la exclusión de otras posibles reacciones nucleares que se pudiesen dar. El premio Nobel que obtuvo le fue dado por este trabajo, así como el de las reacciones nucleares en general.

En 1955, Bethe volvió a la teoría nuclear, colocando su énfasis en una serie de diversas fases. Desde entonces, trabajó en la teoría de la materia nuclear cuya meta fue la de poder explicar las características de núcleos atómicos en términos de las fuerzas que actúan entre los nucleones.

Antes de su trabajo sobre física nuclear, Bethe focalizó su atención en la física atómica y la teoría de colisiones. Sobre la primera, él escribió un artículo en Handhuch der Physik en el cual describió los vacíos que existían en el conocimiento sobre esta materia, y lo siguió actualizando. En cuanto a las colisiones, desarrolló una teoría simple y de gran alcance sobre las colisiones inelásticas entre partículas rápidas y átomos, la cual usó para determinar el poder de retención de la materia de partículas cargadas rápidas, proporcionando con ello una importante herramienta para los físicos nucleares. Con respecto a colisiones más energéticas, calculó con Walter Heitler el Bremsstrahlung [1] emitido por electrones relativistas, y la producción de pares de electrones por rayos gamma de alta energía.

Bethe también hizo algunos trabajos sobre la teoría de estados sólidos. Abordó la inserción de un átomo en un cristal a partir de niveles de energía atómica. También investigó sobre la teoría de metales, y desarrolló un modelo de orden y desorden en aleaciones.

En 1947, Bethe fue el primero en explicar los cambios en el corrimiento del espectro del hidrógeno, lo que implicó el comienzo del desarrollo moderno de la electrodinámica cuántica. Posteriormente, y junto a un gran grupo de colaboradores, trabajó en la dispersión de los mesones pi y de su generación por la radiación electromagnética.

Entre 1956 y 1964, Hans Bethe fue miembro del comité consultivo de la presidencia de EE.UU. sobre ciencias, dirigiendo en 1958, un estudio para el desarme nuclear. En 1963, ayudó a negociar con la Unión Soviética el tratado parcial de la interdicción de las pruebas nucleares y, además, fue consejero informal de los presidentes Eisenhower, Kennedy y Johnson. En 1967 le concedieron el premio Nobel de física. En sus últimos años, abogó apasionadamente contra el desarrollo internacional de sistemas nucleares defensivos. Se retiró de Cornell como profesor emérito.

Bethe se casó con la hija del conocido físico especialista en rayos X, P.P. Ewald. Tuvieron dos hijos, Henry y Monica.

---

1 **Bremsstrahlung.-** Corresponde al proceso de pérdida de energía cuando las partículas cargadas viajan a través de la materia. Las partículas cargadas generan radiactividad cuando son aceleradas por los campos magnéticos de los núcleos atómicos.

Reflexiones de Postgrado

EPISTEMOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA.

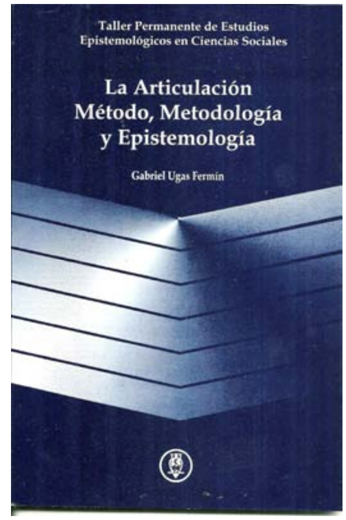
Dentro de las asignaturas conducentes de la Maestría en Educación Matemática, ofertada por la Dirección de Estudios para Graduados de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo, está incluida *"Epistemología de la Matemática"*; esto con el propósito de fortalecer los fundamentos filosóficos y epistemológicos en el docente de matemática durante sus estudios de cuarto nivel, tanto en la matemática dimensionada ciencia en sí como sobre el conocimiento propio de su ejercicio profesional.

Fundamentado en este principio, una de las estrategias de trabajo durante el Periodo Lectivo 1-2012 (enero-abril) es la lectura y discusión crítica de la obra de algunos autores sobre epistemología en general, epistemología de la matemática y de la educación matemática.

Una de las discusiones realizadas durante este periodo lectivo, fue sobre el texto del Dr. Gabriel Ugas Fermín, "*La articulación Método, Metodología y Epistemología*" (2011, *Venezuela*: Ediciones del Taller Permanente de Estudios Epistemológicos). La misma tuvo como producto la elaboración de ensayos pensatorios conclusivos por los participantes, en su mayoría de gran calidad. Esto motivó a solicitarles permitieran publicar en nuestra Revista HOMOTECIA los considerados mejores, lo que resultó bastante difícil determinar por la calidad antes señalada y a la final dada una selección previa, se recurrió al azar para tal escogencia.

A partir de la edición Nº 11-10 de la revista, comenzamos a publicar la selección mencionada, uno por sección, con características parecidas a artículos de opinión.

Siguiendo las pautas que siempre hemos establecido, queremos traer a colación lo citado en nuestro índice: *si algún lector tiene objeciones sobre las ideas planteadas por los autores de los artículos que publicamos en la revista, agradecemos nos haga llegar a través de nuestra dirección electrónica*, homotecia2002mail.com, *sus comentarios*.



ENSAYO:

La Articulación Método, Metodología y Epistemología

Por:

OSWALDO BLANQUÍN, C.I. Nº 4.867.062; MATILDE CORONEL, C.I. Nº 12.169.974; MARÍA A. LÓPEZ, C.I. Nº 7.111.594; ANAMARÍA SANDOVAL, C.I. Nº 18.781.920 Y HELYS TERÁN, C.I. Nº 19.518.409

Introducción.-

La epistemología es la rama de la filosofía que se encarga de estudiar el origen del conocimiento y si es válido o no, su propósito es distinguir la **ciencia** auténtica de la **pseudociencia**, analizar la investigación científica para detectar el conocimiento válido del conocimiento superficial.

La epistemología es el estudio del conocimiento con fundamentos científicos y reflexivos elaborado con rigor en la síntesis de los fenómenos de una realidad, que contiene un método o manera de proceder con reglas y procedimientos ya sea cualitativamente, cuantitativamente y participativamente mediante técnicas y estrategias metodológicas a seguir para lograr un fin.

La epistemología actual ha logrado una serie de metas que pueden formar un conjunto de postulados irrenunciables:

- Toda observación es relativa al punto de vista del observador (Einstein);
- Toda observación se hace desde una teoría (Hanson),
- Toda observación afecta al fenómeno observado (Heisenberg);
- No existen hechos, solo interpretaciones (Nietzsche);
- Estamos condenados al significado (Merleau-Ponty);
- Ningún lenguaje consistente puede contener los medios necesarios para definir su propia semántica (Tarski);
- Ninguna ciencia está capacitada para demostrar científicamente su propia base (Descartes)

Veamos cómo se logra la articulación con el método y la metodología.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Contenido.-

Se busca que la elaboración del trabajo de grado vaya más allá de cumplir con un requisito administrativo, que no sea un simple informe de investigación sino por el contrario que el investigador produzca un conocimiento. Si el conocimiento es lo que debemos utilizar, lo que aprendemos, indudablemente no se puede separar del método y la metodología al desarrollar una investigación.

Para ello, el investigador en su praxis debe articular método, metodología y epistemología. Se entiende que el método establece los principios, las reglas que se deben seguir para obtener conocimientos, según la problemática que se estudia se aplicará un método adecuado ya que en cualquier proceso investigativo hay que seguir un camino lógico desde el comienzo hasta el final, para obtener un conocimiento.

Sobre el método influyen la imaginación y el conocimiento generando contenidos de conciencia e inventiva. También intervienen el pensar, el juicio, que contribuyen con la organización de la investigación. Es necesario tener una imagen mental de lo que se pretende mejorar y así crear conciencia y posteriormente llevarlo a la realidad investigada de un suceso dado, por lo que al generar esto la inventiva impulsa el conocer o indagar en un contexto determinado.

Sin embargo, muchas veces se tiende a confundir método con metodología, y a pesar de que los objetivos de ambos van de la mano, la metodología es la secuencia de procedimientos que se establecen para realizar una investigación. En este sentido, mientras el método enuncia y se refiere al orden que guía la investigación, la metodología prevé el control para realizarla. He aquí la articulación método-metodología en la práctica investigativa, con el fin único de prever la dirección y acciones a ejecutar en una investigación.

Por otra parte, la metodología actúa como una bisagra que relaciona método y epistemología en la investigación, son muchos los aspectos a tener en cuenta: el investigador, la investigación o problemática de estudio, el pensamiento, la crítica, la teoría, el tiempo, los paradigmas; todo con la intensión de generar nuevos conocimientos y así entender el porqué de las cosas.

Es evidente entonces el ingenio que debe dirigir esfuerzos para alcanzar una forma de verdad; para lograrlo se hace necesario reducir las formas complejas a una más simple o sencilla ya que todo procedimiento aplica un orden racional de diferentes objetos para canalizar e ir más allá de lo ya existente y así llegar a un resultado o fin determinado controlando de una manera empírica y crítica una investigación.

La epistemología se ocupa de criticar los elementos del discurso que describe la realidad en un espacio y tiempo determinado. Es decir, mientras el científico estudia realidades, el epistemólogo analiza críticamente cómo lo hace; entonces, la epistemología es la crítica del conocimiento científico. En esta crítica epistemológica se generan problemáticas al analizar el cómo, dónde y cuándo del asunto que se esté investigando.

Así, la articulación método, metodología y epistemología busca analizar los pliegues, repliegues y despliegues del discurso paradigmático del investigador. El pliegue del conocer, el repliegue del pensar y el despliegue de la reflexión, que interactúan en el modo de ser del pensamiento. Dicha articulación en todos estos aspectos resulta interesante porque contribuye a generar un discurso científico real. Pensar y reflexionar siguiendo una lógica nos lleva al razonamiento, necesario en todo proceso de investigación.

Según Ugas Fermin, en este orden de ideas se puede decir que un elemento para evidenciar la articulación método, metodología y epistemología es la secuencia del pliegue, repliegue y despliegue de esos tres aspectos en la investigación, dado que: el método, se refiere al orden y las reglas a seguir según principios; la metodología, se constituye en el control que se ejerce mediante los procedimientos y protocolos; mientras que, la epistemología establece la crítica desde la reflexión que se practica a las teorías sustentadas en el discurso resultante.

¿Cómo lograr con éxito la aplicación de dicha articulación en nuestro trabajo de investigación?, y ¿Se aplica en las líneas de investigación de la educación superior venezolana?

FUENTE BIBLIOGRÁFICA.-

Ugas Fermín, Gabriel. (2011). "*La articulación Método, Metodología y Epistemología*". Venezuela: Ediciones del Taller Permanente de Estudios Epistemológicos.

GALERÍA

SUN-YUNG ALICE CHANG

Nació el 24 de marzo de 1948 en Xian, China.

Campo de Investigación:

Ecuaciones no lineales en derivadas parciales, Geometría isospectral, Variedades riemanianas, Condiciones en problemas de extremales.

Hizo sus estudios en la Universidad de Taiwán y se doctoró en 1974 en la Universidad de Berkeley, California.
Sus artículos y publicaciones son de una gran calidad científica.
Recibió en 1995 el prestigioso premio Ruth Lyttle Satter de Matemática.

Fuente: Wikipedia.

Referencias:

1) http://www.princeton.edu/admission/whatsdistinctive/facultyprofiles/chang/

2) O'Connor, John J. ; Robertson, Edmund F. , "Sun-Yung Alice Chang" , *Historia de MacTutor del archivo de las matemáticas* , de la Universidad de St Andrews , http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk / Biografías / Chang.html .

Enlaces externos:

http://www.math.princeton.edu/ ~ Chang /

Consulta: Diciembre 18, 2011.

Alice Chang es una matemática estadounidense de origen chino, especializada en los aspectos de análisis matemático que van desde el análisis armónico y ecuaciones diferenciales parciales de la geometría diferencial. Ella es profesora de matemáticas y directora del departamento en la Universidad de Princeton.

Chang recibió su Licenciatura en Ciencias en 1970 por la Universidad Nacional de Taiwan, y su doctorado en 1974 por la Universidad de California, Berkeley. En Berkeley, Chang escribió su tesis sobre el estudio del límite de las funciones analíticas. Chang se convirtió en catedrática de la UCLA en 1980, trasladándose a Princeton en 1998.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

Los intereses de Chang en investigación incluyen el estudio de los tipos geométricos de ecuaciones diferenciales parciales no lineales y problemas sobre la geometría isospectral. Trabajando con su esposo Paul Yang y otros, produjo "contribuciones de profundidad" a las ecuaciones diferenciales en relación a la geometría y topología.

Entre sus servicios y honores, se destacan:

- Miembro Investigador de la Fundación Sloan, 1979-1981.
- Oradora invitada en el Congreso Internacional de Matemáticos en Berkeley, 1986.
- Vice presidenta de la Sociedad Americana de Matemática, 1989-1991
- Premio Ruth Lyttle Satter la Sociedad Americana de Matemática, 1995.
- Miembro de la Fundación Guggenheim, 1999-2000.
- Ponente en la Plenaria del Congreso Internacional de Matemáticos en Beijing, 2002.
- Miembro de la Academia Americana de Artes y Ciencias, 2008.
- Miembro de la Academia Nacional de Ciencias, 2009.

Más sobre la vida de Alice Chang.-

Como profesora de matemáticas desde 1998 en Princeton, la influencia del Sol-Yung Alicia Chang en las nuevas generaciones de matemáticos es muy fuerte y de gran aliento.

La tesis doctoral presentada en 1974 en la Universidad de California, Berkeley, la realizó teniendo como tutor a Donald Sarason.

Antes de llegar a Princeton, Chang enseñó en la Universidad de California, Los Ángeles. En ese tiempo, realizó cortas permanencia como profesora invitada a instituciones que incluyeron el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, y el Instituto Federal Suizo de Tecnología, en Zúrich.

En su tesis de doctorado, Chang trabajó sobre problemas del análisis clásico, en particular el estudio del comportamiento del límite de las funciones analíticas relacionadas con el círculo unitario. Desde entonces su interés de investigación se ha desplazado gradualmente a problemas del análisis armónico real y luego, a la teoría espectral del Laplaciano; además también ha estudiado problemas del análisis geométrico, utilizando métodos PDE para estudiar problemas de geometría diferencial.

Chang actualmente está interesada en la rama de las matemáticas relacionada con las ecuaciones en derivadas parciales geométricas llamada "geometría conforme". Ella está desarrollando nuevas técnicas que implican conformes invariantes de orden superior para entender la estructura conforme de variedades.

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

El trabajo de Chang ha sido aclamado durante su distinguida carrera. Se le hizo Miembro de la Fundación Alfred P. Sloan en 1979 y Miembro de la Fundación Guggenheim en 1999. Fue Vicepresidente de la Sociedad Matemática Americana (AMS) desde 1989 a 1991 y en 1995 recibió el Premio Ruth Lyttle Satter de la AMS por sus contribuciones como mujer destacada en investigación matemática. También fue invitada como conferencista de la plenaria del Congreso Internacional de Matemática en 2002.

En Princeton, Chang se desempeñó como directora de estudios para graduados del Departamento de Matemática del 2002 al 2004. También participa en el Círculo Noetheriano, una organización de estudiantes de matemáticas, posdoctores y profesores que proporciona apoyo y aliento a las mujeres en el campo de la matemática.

"Soy una firme creyente de que, dado un entorno adecuado para el adecuado desarrollo, hombres y mujeres son igualmente talentosos en matemáticas", dice Chang. En parte debido a la interacción enriquecedora entre los compañeros de clase en la Universidad Nacional de Taiwán, varias de las doce mujeres de su propia cohorte de pregrado llegaron a ser exitosos matemáticos.

Chang tiene una hija y un hijo. Su esposo Paul Yang también es profesor de matemáticas en Princeton, y además ha sido su colaborador científico por largo tiempo. Chang acostumbra disfrutar en su tiempo libre, de la lectura de novelas, de pasear y escuchar música.

Imágenes obtenidas de:

Google