

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Sede “Félix Varela Morales”
Facultad de Educación Media
Departamento de Ciencias Exactas
Carrera de Licenciatura en Educación Matemática-Física
Villa Clara**



Trabajo de Diploma

“Manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres”

Autor: Liuva María Valdés Nodarse
Tutor: DrC. Jorge Luis Contreras Vidal

Año 58 de la Revolución
Santa Clara
2016

Pensamiento

“La historia de la ciencia no puede dejar de interesar a los naturalistas: el científico encuentra en ella un sin número de lecciones, y enriquecido con su experiencia propia, puede mejor que cualquier otro interpretar estas lecciones con sus conocimientos... la historia de la ciencia puede darnos indicaciones útiles del método de enseñanza de la ciencia”

Louis D' Broglie

Dedicatoria

A todos aquellos que se preocupan por cultivar su mente y espíritu a través del conocimiento de la historia de los científicos, sus vidas, sus aspiraciones, sus virtudes, sus defectos y sus descubrimientos

Agradecimientos

A mi hermana, por ser la persona que más me ha alentado en la vida.

A mis padres, porque sin el amor y apoyo que me han brindado, no habría podido vencer la tarea más grande de mi vida.

A mi esposo y su familia, porque siempre he podido contar con su ayuda y dedicación.

A mi tutor, el Dr.C. Jorge Luis Contreras Vidal, por su sabiduría, exigencia y todos los momentos que me dedicó para hacer realidad este momento.

Resumen

En este trabajo usted podrá encontrar un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres, encaminado a elevar la cultura científica en los estudiantes del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández” del municipio Santa Clara, a través de una sociedad científica

El manual se ha elaborado a partir de un estudio realizado sobre los físicos y matemáticos que aparecen en los libros de texto de Matemática y Física del preuniversitario y cuenta con elementos importantes sobre la vida y obra de los mismos, además de un resumen o explicación de uno de los principales aportes de cada uno de los 60 científicos incluidos en el manual.

Abstract

In this work you can find a manual biographical notes on famous physicists and mathematicians, aimed at raising the scientific culture in pre-university students "Captain Roberto Rodriguez Fernandez" the municipality Santa Clara, through a Scientific Society

The manual has been compiled from a study of physicists and mathematicians who appear in the textbooks of Mathematics and Physics of pre-university and has important elements about the life and work of the same, plus a summary or explanation of one of the main contributions of each of the 60 scientists included in the manual.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
Introducción.....	1
Desarrollo.....	6
1. Fundamentos teóricos y metodológicos.....	6
1.1 La enseñanza de la Física y la Matemática y su relación con los principios del historicismo.....	6
1.2 El papel de la Historia y la epistemología en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática.....	7
1.3 Cultura científica.....	9
1.4 La sociedad científica como vía para elevar la cultura científica de los estudiantes.	12
1.5 Manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres.....	15
2. Determinación de necesidades.....	18
3. Propuesta del manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres que contribuye a elevar la cultura científica de los estudiantes del preuniversitario.....	22
4. Valoración por criterio de especialistas.....	22
5. Validación de la propuesta.....	22
Conclusiones.....	25
Recomendaciones.....	26
Bibliografía.....	27
Anexos	

Introducción

Hoy la educación en Cuba continúa transformándose en pos del perfeccionamiento humano y de la era de avances tecnológicos. "... que el futuro de nuestro país sería necesariamente el de hombres de ciencia", lo afirmó hace más de cuarenta años Fidel Castro Ruz.

"El nombre de Cuba pasará a la historia por lo que en los campos de la educación, la cultura y la salud ha hecho y está haciendo por la humanidad en la época más difícil que ha conocido nuestra especie", planteó el líder eterno de la Revolución al inaugurar el curso escolar 2003 - 2004.

Es por ello que en la enseñanza cubana se han ido delimitando objetivos encaminados a que egresen de las aulas personas cada vez mejor preparadas cultural, política y sobre todo científicamente, capaces de defender las conquistas revolucionarias no solo con las armas, sino también en el campo intelectual a través de las ideas.

Sin embargo el uso del historicismo de la ciencia como vía para elevar la cultura científica de los estudiantes no es un tema abordado con profundidad, siendo este de mucha importancia.

"... la lección del historicismo... ha ofrecido una serie de categorías interpretativas de importancia decisiva que han permitido determinar las dimensiones históricas del mundo humano, mientras que sus perspectivas metodológicas han abierto el camino al análisis de las ciencias histórico-sociales y de sus procedimientos."(Francesco BorghesiSgoluppi. *El historicismo, de Dilthey a Meinecke*. 1995, p. 9)

El Proceso de Enseñanza y Aprendizaje (PEA) de la Matemática y la Física es más desarrollador si se ve altamente relacionado con la historia de las ciencias que dan paso a estas asignaturas. Si los estudiantes tuviesen las herramientas necesarias para relacionar el fenómeno o contenido que están estudiando con la historia que lo originó o quizás con su descubridor o creador; lo aprenderían con mayor facilidad, se fijaría mejor en su sistema de conocimientos y elevaría su cultura científica.

En la práctica laboral en el preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández” de la ciudad de Santa Clara se pudo constatar que no se utiliza el historicismo de la ciencia como vía para perfeccionar el PEA.

La aplicación de diferentes métodos de investigación como la observación, la entrevista, la encuesta, así como los que dan paso a la estadística descriptiva, permite asegurar lo anterior.

La autora de esta investigación realizó un rastreo por los diferentes libros dedicados a estas dos asignaturas, observando que se mencionan nombres de científicos, pero no se escribe sobre su vida ni el cómo llegaron estos a sus descubrimientos fundamentales.

Si se toma en consideración que en la educación preuniversitaria se tiene como fin lograr una cultura científica en los estudiantes, y esto constituye una de las prioridades de la escuela cubana, para asegurar la formación de las futuras generaciones y responder a la necesidad de desarrollar un ser humano más culto y con una formación integral, que fortalezca sus ideas para que se integre mejor a la sociedad en que vive y aporte a ella todas sus potencialidades; se revela una contradicción entre el estado actual y el deseado, lo que lleva a formular el siguiente:

Problema científico: ¿Cómo contribuir a elevar la cultura científica a través del historicismo, desde una sociedad científica en el preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”?

Objeto: La cultura científica a través del historicismo en el preuniversitario.

Objetivo general: Validar un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres que contribuya a elevar la cultura científica de los estudiantes del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”, desde una sociedad científica.

Preguntas científicas:

- 1- ¿Qué fundamentos teóricos y metodológicos sustentan la cultura científica a través de un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres, desde una sociedad científica?
- 2- ¿Cuál es el estado actual de la cultura científica que presentan los estudiantes del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”?

- 3- ¿Qué características debe tener el manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos celebres que contribuya a elevar la cultura científica de los estudiantes, desde una sociedad científica?
- 4- ¿Cómo valoran los especialistas el manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos celebres que contribuya a elevar la cultura científica de los estudiantes, desde una sociedad científica?
- 5- ¿Qué resultados se obtendrían con la aplicación de la propuesta a través de un preexperimento pedagógico?

Tareas científicas:

- 1- Fundamentación teórica y metodológica que sustenta la elevación de la cultura científica a través de un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres, desde una Sociedad Científica.
- 2- Determinación del estado actual de la cultura científica que presentan los estudiantes del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”.
- 3- Elaboración de un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos celebres que contribuya a elevar la cultura científica de los estudiantes, desde una sociedad científica.
- 4- Valoración de los especialistas acerca del manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos celebres que contribuya a elevar la cultura científica, desde una sociedad científica.
- 5- Validación de la propuesta a través de la aplicación de un preexperimento pedagógico.

Métodos:

Del nivel teórico:

- Histórico-Lógico: Permite el estudio de toda la información disponible y al alcance sobre el tema, permitiendo el análisis histórico de la contribución al desarrollo de la cultura científica.
- Analítico-Sintético: Se aplica durante todo el proceso investigativo para el análisis de las diferentes bibliografías y para la determinación de los fundamentos que sustentan la cultura científica, así como para procesar los instrumentos aplicados y llegar a los resultados como parte de la

determinación de necesidades y en el diseño del manual de apuntes biográficos como solución al problema planteado.

- Inductivo–Deductivo: Permite realizar inferencias y deducciones una vez aplicados los instrumentos, proporcionando conocimientos reales, lógicos y objetivos de las necesidades, así como arribar a conclusiones para dar respuesta a las interrogantes científicas a partir del conocimiento de los aspectos significativos.

Del nivel empírico:

- Análisis de documentos: Se aplica en la revisión de los objetivos formativos del preuniversitario, los programas de las asignaturas de las Ciencias para este nivel, las orientaciones metodológicas, el nivel de historicismo que aparece en los libros de texto de matemática y física e informes de resultados de investigaciones, lo que permite profundizar en la fundamentación teórica del tema y determinar necesidades existentes.
- Observación: Está presente en todas las etapas de la investigación, pero se manifestó en mayor medida para la determinación de necesidades, dado que fue necesario observar la contribución actual a la cultura científica.
- Encuesta: Es aplicada a estudiantes y profesores y permite obtener información real acerca de cómo se le da tratamiento a la cultura científica en el preuniversitario.
- Entrevista: Se aplica a estudiantes y profesores para obtener información acerca del estado actual de la cultura científica en el preuniversitario y sus valoraciones al respecto.
- Prueba pedagógica: Este método se aplica con el fin de determinar las principales carencias en cuanto a la cultura científica de los estudiantes miembros de la sociedad científica.
- Criterio de Especialistas: Es utilizado para la valoración crítica de la propuesta y su enriquecimiento con los criterios y opiniones emitidas.
- Pre-experimento: Se utiliza una sociedad científica de 20 estudiantes, con pretest y postest, con el fin de comparar los resultados antes y después de aplicar la propuesta.

Del nivel matemático y/o estadístico:

- Se utiliza el análisis porcentual para el procesamiento de los resultados del proceso pedagógico, así como gráficos y tablas que ofrecen mejor representación de los resultados.

Población: 359 estudiantes de décimo grado del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”.

Muestra: Intencional no probabilística, 20 estudiantes del grupo décimo nueve del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”, que por su propia voluntad se convirtieron en miembros de la sociedad científica.

Novedad: Por primera vez, de acuerdo a lo consultado, se propone un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos celebres, que contribuye a elevar la cultura científica de los estudiantes, desde una sociedad científica.

Aporte práctico: Consiste en un manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos celebres, que contribuye a elevar la cultura científica de los estudiantes, desde una sociedad científica.

Desarrollo

1. Fundamentación teórico metodológica

1.1. La enseñanza de la Física y la Matemática y su relación con los principios del historicismo

El contenido del principio histórico se basa en los contenidos metodológicos, lógico, psicológico, pedagógico, y cognoscitivo; sin embargo con frecuencia, lo olvidamos.

En la actualidad, en muchos de los libros de texto, por distintas razones apenas aparece lo relacionado con la historia de la Física y la Matemática. Esto causa un daño considerable a la enseñanza de la Física y la Matemática.

Explicaremos a continuación la posibilidad de utilizar el contenido de la parte histórica, enumerando cada una de ellas (Usanov, 1989):

- El principio histórico permite mostrar el papel que ha desempeñado la Física y la Matemática en lo que se refiere al desarrollo de la ciencia, la cultura y la sociedad.
- El desarrollo de la ciencia ejerce una influencia sustancial sobre la estructura del pensamiento humano y sobre el sistema de conceptos. En la escuela continuamos estudiando la Física y la Matemática a un nivel clásico, a pesar de que en la actualidad, la Física y la Matemática hablan ya en un idioma mucho más moderno; esto es un indicador muy importante del proceso contemporáneo de la enseñanza.
- La historia enseña. Según el conocido científico Paul Langevin, nada contribuye tanto a la formación de la conciencia infantil como el conocimiento de la historia de los esfuerzos humanos en la esfera de la ciencia, lo cual se refleja en las descripciones que se realiza de los grandes científicos del pasado en la evolución paulatina de las ideas.
- El empleo del principio histórico elimina el carácter metafísico durante la enseñanza. Por ejemplo, el concepto masa, en Física, se estudia en diferentes etapas de la enseñanza de esta asignatura. Este hecho no es casual ya que es un concepto complejo. Desde el conocimiento primario

del concepto, surge la necesidad de utilizar el principio histórico para la correcta formación de este concepto.

- Al exponer la historia de una cuestión o problema debe considerarse como guía el principio del carácter partidista. Este principio fue planteado por Lenin en su libro Materialismo y empiriocriticismo. La valoración de cualquier material de la historia debe basarse en los principios del marxismo leninismo. Por ejemplo, si al exponer un hecho histórico no se toma en consideración esta importantísima circunstancia, se puede entonces exponer una concepción idealista o religiosa, con lo cual se causaría un daño considerable a la formación de la concepción científica del mundo en los estudiantes, teniendo en cuenta que estos creen en lo que plantean los maestros.
- El contenido de la obras y trabajo de física y matemática deben darse a conocer a los estudiantes.
- Debe darse a conocer a los estudiantes los logros actuales que han alcanzado la ciencia y la técnica, siendo conveniente vincular estos aspectos con la historia.
- Debe mostrarse la relación entre la física y la técnica. Un ejemplo de esta relación es que las máquinas térmicas existen hace mucho tiempo, mientras que la teoría de esta fue creada por Carnot aproximadamente cuarenta años después de la existencia de ella.

1.2. El papel de la Historia y la epistemología en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática

El estudio de la Historia y la Epistemología de La Física y la Matemática, en el preuniversitario, ayuda en lo fundamental, a que los estudiantes y egresados de la secundaria básica y la enseñanza preuniversitaria no salgan de las mismas con una visión distorsionada de estas ciencias, cuya imagen pueden ser transformadas si se conocen las situaciones políticas, culturales y sociales de las cuales emergen los pensamientos científicos que dan origen a los conceptos, principios, leyes y teorías científica. La Historia y Epistemología de

la Física y la Matemática permite llegar a conocer la estructura de ambas ciencias y crear una visión crítica por parte de los estudiantes hacia las mismas, pudiéndolas enfocar desde una visión humanista, ética y abierta. Es por ello que los estudiantes deben ser capaces de asimilarde qué manera se construyen las leyes y postulados, permitiendo así, un mayor interés y un aprendizaje más significativo.

Son varias las razones para incluir temas como la Historia y la Epistemología de la Física y la Matemática en las enseñanzas secundaria y preuniversitaria, algunas de ellas son (Contreras, J.L, 2016):

- Permite una correcta comprensión de la naturaleza del trabajo científico en su ámbito investigativo.
- Permite mostrar a la Física y la Matemática como procesos dinámicos.
- Permite ver a la Física y la Matemática en sus relaciones con otras ciencias, con la tecnología, con el medio ambiente y con diferentes manifestaciones sociales y culturales. En cuanto a las relaciones que la Física establece con la técnica les puede mostrar a los estudiantes que en dichas relaciones, en ocasiones, la técnica deja a la saga a la Física y viceversa. Ejemplos de lo anterior es que la máquina térmica fue construida y utilizada mucho tiempo antes que fuese descubierta la teoría del funcionamiento de la misma por el científico Sadi Carnot, mientras que la inducción electromagnética, descubierta por Michael Faraday, conllevó a la construcción de los generadores.
- Proporciona elementos para comprender las preconcepciones de los estudiantes las cuales pueden conllevar a errores conceptuales y a ideas alternativas por parte de los mismos.
- Permite profundizar y comprender la naturaleza de la ciencia, posibilitando así el diseño de una enseñanza más motivadora y efectiva.
- Permite transmitir una visión de ciencia más realista y humana, que el avance de la misma no es aditiva ni lineal, sino como un proceso en el que cada solución plantea nuevos problemas; en el que viejas hipótesis pueden cobrar nuevo interés, e hipótesis actuales pueden ser cuestionadas de raíz.

- Permite eliminar el carácter metafísico durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática y conlleva a una correcta formación de los conceptos, además muestra la lucha de las contradicciones durante el estudio de las principales concepciones que han existido acerca de determinada ley o teoría en las diferentes partes de la Física, como por ejemplo la lucha entre la teoría ondulatoria y la teoría corpuscular de la luz.

1.3. Cultura científica

Especialistas de gran prestigio reconocen la cultura científica como elemento inseparable de la cultura como categoría universal, al respecto plantean: “Educar es comunicar cultura, y la cultura es una unidad. No es posible tener hoy una sólida formación científica, sin determinada preparación tecnológica y laboral. Solo a través de su educación integral el hombre puede disfrutar plenamente de la vida y dar de sí el máximo en desarrollo de la sociedad. La persona culta se destaca por poseer conocimientos y destrezas generales, experiencia en la actividad creadora, actitudes y normas de conducta, que le permiten orientarse independientemente en la solución de los problemas planteados por el contexto social de su tiempo. Semejante capacidad de orientación es hoy imposible sin una cultura científica, pues toda la sociedad se transforma bajo el influjo de la ciencia” (Valdés, P. y Valdés, R., 1999: 6).

Tomando en consideración lo hasta aquí abordado es que se han realizado investigaciones en el plano nacional e internacional sobre el cómo inducir en los estudiantes una cultura científica y dentro de las mismas pueden citarse las tesis doctorales de Rosalina Torres Rivera y Miriam Luisa Reyes Alpizar.

La Dra.C. Rosalina Torres Rivera, en su tesis doctoral propone una metodología para utilizar las tareas docentes con enfoque sociocultural-profesional, que centra la atención en la tarea docente como unidad estructural básica del proceso de enseñanza aprendizaje, de forma que potencie la Física como asignatura con enfoque sociocultural, para que sea enseñada de esa manera.

La Dra.C. Miriam Luisa Reyes Alpizar, presenta una metodología para el desarrollo del Taller Pioneril que contribuye a la formación de la cultura

científica en la Secundaria Básica, la cual constituye una experiencia que logra estrechar los vínculos entre los niveles de organización del proceso pedagógico, haciendo especial énfasis en el proceso educativo, al armonizar tres aspectos medulares: lo cognitivo, lo desarrollador y lo actitudinal a favor de la formación del estudiante del preuniversitario.

Se asume como cultura “el conjunto de valores materiales y espirituales, así como de los procedimientos para crearlos, aplicarlos y transmitirlos, obtenidos por el hombre en la práctica histórico social” (Rosental, M., Ludin, P., 1981: 98)

Al analizar la cultura en cualquier etapa de su desarrollo, pueden destacarse, según Danilov y Skatkin, cuatro elementos:

- Los conocimientos ya adquiridos por la sociedad sobre la naturaleza, la sociedad, el pensamiento, la técnica y los métodos de la actividad.
- La experiencia de la puesta en práctica de los métodos conocidos de la actividad, expresada en habilidades y hábitos de la personalidad que se apropió de esta experiencia.
- La experiencia de la actividad creadora, de búsqueda tendiente a solucionar los nuevos problemas que se originan ante la sociedad.
- Las normas de relación con el mundo, entre los seres humanos, o sea, el sistema de educación volitivo, moral, estético y emocional.

Para la reproducción y el desarrollo consecutivo de la cultura, en el contenido de la enseñanza deben ser incluidos todos los elementos indicados de la cultura y no solo un sistema de conocimientos.

En cuanto al término cultura científica, se considera que tuvo sus orígenes en la Europa de hace más de dos siglos, diferenciándose de la situación que presenta en la actualidad, por su vinculación con el poder político imperante y la manera de comunicarla, dado que hoy la actividad científica está institucionalizada y en muchos casos patrocinada y financiada por el estado. Es un término escaso en la literatura nacional, encontrándose mayoritariamente en la bibliografía destinada a los profesores que enseñan ciencias, y en los materiales editados por la UNESCO.

Salazar (2001) sostiene como criterio que:

La cultura científica es expresión de los valores materiales y espirituales resultados del trabajo científico en el devenir social y que son

conservados, reproducidos e incorporados a la propia actividad humana para crear nuevos valores.(p.8)

Por su parte, Sáez & Carretero (1996), plantean como cultura científica:

... conjunto de conocimientos que pueden considerarse suficientes para comprender, analizar y aplicar la información científica que se nos presenta, tanto en los medios de comunicación, como en nuestros contextos habituales de trabajo.(p.82)

Una parte integrante de la cultura es la cultura científica que “se expresa en el sistema de valores relacionados con los conocimientos sobre los objetos, los fenómenos y los procesos, así como los procedimientos para su aprehensión, producción, aplicación y transmisión por el hombre desde un punto de vista ético y en un contexto histórico-social determinado” (Pino, L., 2005: 2).

“El desarrollo de una cultura científica se expresa en los nuevos sujetos sociales que, habiéndose formado en todos los niveles de contacto con procesos de orden científico y tecnológico, muestran actitudes y conductas proclives a generar nuevas situaciones que les permitan resolver problemas para su entorno natural y social” (Hart, A., 2008: 135)

Por su parte, Reid y Hodson proponen que una educación dirigida hacia una cultura científica básica debería contener:

- Conocimientos de la ciencia –ciertos hechos, conceptos y teorías.
- Aplicaciones del conocimiento científico –el uso de dicho conocimiento en situaciones reales y simuladas.
- Habilidades y tácticas de la ciencia –familiarización con los procedimientos de la ciencia y el uso de aparatos e instrumentos.
- Resolución de problemas –aplicación de habilidades, tácticas y conocimientos científicos a investigaciones reales.
- Interacción con la tecnología –resolución de problemas prácticos, enfatización científica, estética, económica y social y aspectos utilitarios de las posibles soluciones.
- Cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales en la ciencia y la tecnología.
- Historia y desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Después de analizar los criterios de estos autores se toma como indicador importante para medir la cultura científica el dominio de elementos de historia de las ciencias.

La autora se afilia, por la relación que guarda con la presente investigación, al ofrecido por Addine (2006) en su Tesis Doctoral, donde plantea:

Cultura científica es la parte de la cultura que posibilita al hombre conformar explicaciones, interpretaciones y predicciones acerca de los fenómenos y procesos, desde lo mejor y más actualizado de la ciencia, a fin de satisfacer necesidades e intereses. Ella incluye habilidades, sentimientos y modos de actuación, dirigidos a interactuar positiva y creadoramente con la naturaleza y la sociedad, lo que le permite asumir conscientemente sus responsabilidades sociales. (p.30)

Es decir, la cultura científica le permite al hombre, no solo el conocimiento, sino la toma de decisiones, de actitudes críticas, de poder reflexionar. Le exige el desarrollo de habilidades para llegar a aplicar lo aprendido, de manera que contribuya al bienestar individual y colectivo.

Addine (2005), asume que un estudiante de preuniversitario, para poseer una cultura científica consecuente con el grado de desarrollo deseado debe:

- Comprender la necesidad social del desarrollo de las ciencias.
- Manifestar actitudes y concepciones características de la ciencia, desde la formulación de hipótesis y predicciones, con el uso de diferentes vías científicas.
- Valorar la utilidad y limitaciones en el desarrollo de las ciencias.
- Reconocer las fuentes confiables de información científica.
- Manejar habilidades fundamentales de búsqueda de información.
- Defender sus juicios y criterios desde posiciones de la ciencia.
- Comprometerse desde posiciones científicas con la sociedad. (p. 47)

Elementos que considera esenciales, la autora de esta investigación, para reconocer la formación de una cultura científica básica en los estudiantes, y que además se encuentran en correspondencia con los objetivos declarados para este nivel de educación.

1.4. La sociedad científica como vía para elevar la cultura científica de los estudiantes.

La vía utilizada por la autora de este informe para desarrollar la cultura científica fue la sociedad científica.

Según la Dra.C Nancy Mesa Carpio "... las sociedades científicas, constituyen en la escuela cubana componentes de la actividad extradocente y extraescolar, los que indiscutiblemente han permitido a maestros, profesores e instructores, descubrir nuevas posibilidades en sus estudiantes y en diversas ocasiones canalizar esos intereses, hacia la elección acertada de una profesión futura...". Definición a la cual se afilia la autora de este reporte de investigación. (Mesa N, 1996)

Las sociedades científicas Estudiantiles han sido creadas con el objetivo de incrementar las vías para el desarrollo de la cultura científica. Su instrumentación está reglamentada por la Resolución Conjunta MINED-ACC N^o. 2 de 1988. En el capítulo I plantea sus objetivos:

- "Profundizar en el estudio de los fundamentos de la investigación científica.
- Formar en los estudiantes intereses vocacionales hacia las ramas y especialidades que se relacionan con el trabajo que realizan.
- Contribuir a la formación en los estudiantes de una concepción científica del mundo, a partir de la profundización en los conocimientos de nuestra filosofía marxista leninista.
- Incrementar por todos los medios la tendencia hacia el trabajo creador e independiente de los estudiantes.
- Inculcar hábitos prácticos en la organización y realización del trabajo científico."

Cada sociedad científica debe estar conformada por miembros, que son todos aquellos estudiantes que lo deseen; un presidente (estudiante seleccionado por sus integrantes), cuya función es llevar el control de los trabajos que realizan los miembros de la misma, realizar el trabajo de captación, divulgar las experiencias más avanzadas de sus miembros, así como analizar los logros y dificultades de los miembros; los tutores, o sea, profesores o especialistas, y un coordinador científico, que es un profesor designado para atender la sociedad,

con el objetivo de contribuir al cumplimiento del Plan de Trabajo de la sociedad, además de controlar y coordinar el trabajo de los tutores.

A nivel de Centro funcionará el consejo de sociedad científica presidido por el miembro del Secretariado de la FEEM que atiende esta esfera y un miembro del Consejo de Dirección del Centro, e integrado por los presidentes de las sociedades científicas.

Las sociedades científicas están constituidas por colectivos estudiantiles motivados por la investigación en temas determinados, los que tendrán los siguientes requisitos: los temas seleccionados deben de tener un enfoque científicos y contribuir a dar solución a los problemas en el marco de la institución escolar o nivel de educación, se deben de definir los tutores de cada uno de los grupos de estudiantes para que se garantice el dominio del método a seguir por parte de ellos, se debe de tener precisión del programa de la sociedad científica, no debe de existir en más de una sociedad un estudiante, es decir, el 100 % de la escuela debe de estar integrado a una sociedad diferente, el departamento elaborará un cronograma del funcionamiento de estas sociedades la que concluye con la socialización de todos los resultados.

Las sociedades científicas tienen como objetivo potenciar en los estudiantes el interés por la investigación científica, lo que constituye una de las funciones profesionales para un futuro universitario. En este sentido se coincide con la definición que encontramos en Ecured: “Las sociedades científicas estudiantiles surgen con el objetivo de formar interés vocacional en el marco de las ciencias y la necesidad de desarrollar en los estudiantes hábitos de investigación para su inserción en la Educación Superior y en su futura profesión, así como desarrollar habilidades en la solución de problemas concretos priorizados de la vida escolar y social. Dentro de sus objetivos se encuentran profundizar en el estudio de los fundamentos de la investigación científica, formar en los estudiantes intereses vocacionales hacia las ramas o especialidades que se relacionan con el trabajo que realizan, incrementar la tendencia hacia el trabajo creador e independiente y dar solución al banco de problemas del centro”. (Ecured 2014)

Las sociedades científicas forman modos de actuación profesional, pues los estudiantes se apropiarán de métodos y procedimientos generales de la

investigación científica. Esta investigación llevada a cabo por los miembros de la sociedad científica, deben propiciar la interdisciplinariedad, de modo que contribuya a dar respuesta a programas directores y ejes transversales, y por tanto debe contribuir a incrementar el acervo cultural y científico de los estudiantes en este nivel, así como influir en las esferas volitiva, motivacional y emocional de la personalidad de los mismos, y en los modos de actuación como futuros profesionales.

1.5. Manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres

Los manuales constituyen un medio de enseñanza muy eficaz debido a la función que realizan, en algunos casos como complemento del libro de texto. Es en este sentido es que la autora de esta investigación propone el manual de apuntes biográficos sobre físicos y matemáticos célebres.

Existen diferentes definiciones acerca de lo que es un manual como son las siguientes: “Manual es un libro en que se compendia lo más sustancial de una materia”.(<http://www.drae.com>)

“Manual se considera aquel “libro que recoge lo esencial, básico y elemental de una determinada materia, como puede ser el caso de las matemáticas, la Historia, la Geografía, en términos estrictamente académicos o también, es muy común, la existencia de manuales técnicos que vienen generalmente acompañando a aquellos productos electrónicos que adquirimos y que requieren de su lectura y la observación de las recomendaciones que contienen antes de poner en funcionamiento los mencionados”.(<http://www.definicioabc.com>)

Así, aunque cualquier libro o material impreso pueda ser utilizado en la escuela con una finalidad didáctica se acuerda aquí el uso de la terminología de manual escolar o libro de texto aplicable únicamente a los libros editados para sus utilidades específicas como auxiliares de la enseñanza y promotores del aprendizaje.

Para la autora de esta investigación los manuales constituyen un material de apoyo a la docencia como complemento del libro de texto que puede ser utilizado como soporte instructivo o metodológico para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en la escuela, concebido como un instrumento de trabajo que puede ser consultado tanto por el profesor como por el estudiante,

lo que permite la profundización de conocimientos y desarrollo de habilidades para prepararse en torno a un tema específico.

La autora considera que es importante destacar las diferencias entre manual y folleto, porque se hace uso indistintamente de ambos conceptos, lo cual causa confusión, cuando en realidad tienen significados diferentes.

El término folleto es “aquel que se utiliza para hacer referencia a los objetos impresos que tienen por objetivo dar a conocer información de diferente tipo a diversos tipos de público. Un folleto puede variar en su diagramación, en su diseño, en la cantidad de información con la que cuentan, etc. Normalmente, un folleto no es utilizado para divulgar información demasiado abundante ni de un nivel muy académico (salvo casos específicos) si no que tienen por objetivo principal el captar la atención de las personas y difundir algunos conceptos elementales de los temas específicos que tratan”.(<http://www.definicionabc.com>)

“Los folletos son principalmente utilizados para hacer publicidad de diversos servicios y productos (en este caso, es común encontrar a personas que reparten folletos publicitarios en la calle). Al mismo tiempo, los folletos pueden servir para dar a conocer las propuestas políticas de los candidatos y partidos políticos en épocas de elecciones. Por lo general, saber a qué público se dirigen, qué nivel de conocimientos tiene ese público, cuáles son sus intereses, etc., son todos elementos importantes para atrapar la atención de esas personas. Los folletos deben contar con elementos como imágenes, colores vivos, títulos y palabras grandes y atrayentes, diagramas fáciles de entender, etc. Al mismo tiempo, no pueden ser ni muy grandes ni muy pequeños ya que de ese modo la persona pierde interés fácilmente en ellos. Muchos poseen dobleces que se pueden desplegar y así encontrar mayor información”.(<http://www.definicionabc.com>)

Puede concluirse entonces que los manuales son más abarcadores en información que los folletos y por sus características tienen mayor factibilidad para ser utilizados en un proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que el contenido que incluyen es de nivel académico y el número de páginas es elevado. De aquí que la autora elige elaborar un manual donde se reflejen los aspectos más significativos de la vida y obra de los físicos y matemáticos

célebres que aparecen en los libros de texto de Física y Matemática en el preuniversitario, pero muy pobremente tratados.

Si antes se ha argumentado acerca de lo esencial que resulta el tener en cuenta la historia de la Física y la Matemática para conducir el proceso de enseñanza aprendizaje de ambas disciplinas, los textos que se empleen deben tener esto en cuenta, por lo cual se realizó una revisión acerca de la inclusión de al menos menciones históricas en los textos empleados en Cuba.

El método que se siguió para hacer esta valoración consistió en hacer una revisión de los textos que tradicionalmente se han empleado en Cuba después de 1959 en la enseñanza de la física en el nivel medio y medio superior, comenzando por el libro de Piorishkin, que fue usado en Cuba en los años sesenta, con posterioridad aparecieron textos de autores cubanos y se han revisado los editados en los años 78, 81, 82, 86 y 87. De estos textos se han extraído todas las menciones a temas de historia de la física (Anexo 1), notándose, que con el tiempo ha ido disminuyendo significativamente el tratamiento histórico de los contenidos que muestren la evolución de la física, privilegiándose conceptos y fórmulas.

Es justo reconocer que a pesar de lo anterior, para la impartición de la asignatura Historia de la física en la formación de profesores y licenciados en física, cuestión que no ha tenido la necesaria continuidad al cambiarse los planes de estudio, se han editado libros como: La Historia de la Física: desde la antigüedad hasta el siglo XVIII, de Rolando Valdés Castro en 1987, Historia de la Física de Vladimir Daniushenkov y Nérido Corona en 1991 y Temas de Historia de la Física de Eduardo Moltó en 2001. La Facultad de Física de la Universidad de La Habana publicó en 1993, para el uso en la carrera de Licenciatura en Física, Metodología e Historia de la Física, una Selección de Lecturas, realizada por Fernando Crespo Sigler. En el 2002, se publicó un libro de orientación a los maestros, dedicado a la enseñanza de la Física Elemental, que clama por un enfoque sociocultural de la física y un acercamiento a la actividad científica en la enseñanza de la física (Valdés y otros, 2002), también en los CDs de la Carrera de Ciencias Exactas aparecen artículos de historia y filosofía de la física, como por ejemplo: Raíces históricas de la enseñanza de la física en Cuba: desde Varela a Gran un material para

maestros de física e Historia, Filosofía y enseñanza de la Física, de la autoría de Diego de J. Alamino.

En la enseñanza de la Historia de la Matemática en Cuba se ha corrido una peor suerte.

Para poder introducir el tratamiento histórico se hace necesaria la preparación de los profesores en la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico, el entendimiento de los conceptos y teorías de la física, el conocimiento de los obstáculos y posibles dificultades de los estudiantes, la concepción de la física como empresa colectiva e histórica y sus relaciones con la tecnología, la cultura y la sociedad (Freire, 2002). Por esa razón, se examinó una muestra de veintisiete profesores de física en ejercicio de la provincia de Villa Clara, fundamentalmente de la Enseñanza Media Superior, con miras a determinar su preparación en historia de la física. Las características del test fueron las siguientes: tres preguntas, una de enlazar hechos históricos con los científicos con que están relacionados, otra de completar espacios en blanco, seleccionando palabras previamente especificadas y la restante consistía en una ordenación cronológica de hechos (Anexo 2). Los resultados obtenidos están por debajo de un nivel que pudiera considerarse satisfactorio, las mejores respuestas se obtuvieron en Mecánica, un 35% contestó correctamente, y Electromagnetismo, un 40% contestó correctamente, esto pudiera estar dado por el hecho de que los fenómenos mecánicos y electromagnéticos son mejor manejados por los docentes.

2. Determinación de necesidades

La formación de una cultura científica y tecnológica para todos, constituye hoy una ineludible necesidad para insertarse de forma activa en la sociedad contemporánea. Al analizar los programas de estudio del preuniversitario (Anexo 3) se pudo constatar que en los mismos se plantea la importancia de que la enseñanza de la Física y la Matemática sea renovada, descubriendo su carácter social, el lugar que ocupa en la cultura, y sobre todo, la incidencia en los destinos de las sociedades y del ciudadano común, quien tiene que dominar en sus estructuras básicas la actividad científica investigadora para aplicarla en su entorno laboral y social.

Es por ello que en los objetivos generales de estas asignaturas en el nivel medio superior se declara la necesidad de imprimir una orientación cultural en la misma. Pueden destacarse:

- Demostrar dominio de la concepción científica acerca de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento a través del empleo de métodos generales, procedimientos y formas de trabajo que distinguen a la actividad investigadora contemporánea (resolución de problemas, búsqueda de información, uso de las nuevas tecnologías de la información, elaboración de modelos, comunicación de resultados, entre otras), que le permitan explicar, predecir, controlar diferentes situaciones relacionadas con sistemas y cambios físicos en el universo.
- Fomentar y desarrollar una visión global acerca de la Física y la Matemática en la sociedad contemporánea, evidenciando cotidianamente una actitud responsable ante problemas globales, nacionales y locales
- Cooperar a la formación de una cultura laboral y tecnológica que le permita identificar y ejecutar posibles soluciones ante problemas de la vida de su entorno pre profesional, valorando las implicaciones para otras ciencias, la economía, la sociedad y su entorno natural.

El décimo grado resulta un nivel muy importante para la Física y la Matemática. En él se da continuidad lógica a los aspectos abordados en noveno grado, y se concluyen los contenidos básicos de la asignatura, dirigidos a completar la información necesaria, con el fin de aportar los elementos indispensables, sobre esta ciencia, a la cultura general integral de los estudiantes.

El Programa plantea que estos contenidos deben desarrollarse promoviendo la actuación del estudiante en la construcción del conocimiento, basándose en la actividad científica investigadora como sustento de actuación en la ciencia.

Una forma sustancial de enriquecer la cultura científica es dándole a conocer a los estudiantes que los logros alcanzados por ciencia y la técnica son resultado de la evolución histórica de la Física y la Matemática.

Sin embargo, al analizar los libros de Física y Matemática para el preuniversitario (Anexo 4) se constata que el uso del historicismo es muy pobre; más en los libros de Física que en los de Matemática. Por ejemplo: en el libro de Física décimo grado no es hasta la página 108 que se mencione algún

científico, en este caso es Newton, se alude a su país natal y las fechas de su nacimiento y muerte; pero no a elementos relevantes de la vida de este y tampoco a cómo llegó a descubrir o crear el conocimiento de Física que en esa parte del libro se aborda; ocurriendo esto con casi todos de los 62 científicos que en estos libros se nombran.

La observación a clases (Anexo 5) permitió comprobar el tratamiento metodológico que ofrece el profesor de Física y de Matemática en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos encaminados a la formación de la cultura científica. En total fueron visitadas 8 clases. Solamente en la motivación de 2 (25%) y en la tarea extraclase orientada en una (12,5%), se potenció la formación de la cultura científica, y aunque varios objetivos (5) la plantean como intencionalidad educativa, no se cumple en el desarrollo de la misma.

La mayoría de las tareas que se resuelven se limitan a solucionar problemas cuantitativos: de 26 tareas resueltas, solamente 1(3,85%) fue de carácter experimental, 2 (7,69%) se dedicaban a la historia de la ciencia y sus personalidades, y 5 (19,23%) incluían un inciso cualitativo. Es pobre el trabajo interdisciplinario y el tratamiento de conceptos como: calidad de vida, desarrollo sostenible, problemas ambientales, puesto que no se posibilita la vinculación de la ciencia y la tecnología en el desarrollo humano.

Los materiales con cuenta el profesor para informarse del tema que aborda son: programa, orientaciones metodológicas, y libro del grado de la asignatura, unido a los textos que forman su biblioteca personal. Los estudiantes tiene a su disposición el libro, la información que pueden obtener de enciclopedias y software, y la que brindan los programas de radio y televisión. Esto trae consigo que la información sobre el desarrollo de la ciencia cubana y mundial aún sea escasa.

La encuesta (Anexo 6) fue aplicada a 10 profesores de Física del municipio Remedios. Todos (100%) coinciden en definir la cultura científica como los conocimientos sobre las ciencias; ninguno considera las habilidades y modos de actuación que deben desarrollarse. Plantean además, que la asignatura puede contribuir en gran medida a la formación de la misma; sin embargo la

mayoría de las clases que hoy se imparten en el preuniversitario no brindan esas posibilidades.

Entre los aspectos que consideran como limitantes para realizar acciones dedicadas a la formación de la cultura científica en los estudiantes se destaca la escasez de documentos metodológicos y la carencia de textos y vías de información científica o especializada, planteado por el 100% de los encuestados. El 80% consideran que disponen de poco tiempo para autoprepararse y planificar actividades en cuanto al tema.

Todos (100%) consideran el enfoque interdisciplinar como provechoso para alcanzar la cultura científica en los estudiantes, mencionando como acciones para contribuir al mismo la realización de seminarios, tareas extraclases, trabajos investigativos; pero solamente algunos (20%) orientan en ocasiones tareas investigativas en las que el estudiante se ve obligado a investigar sobre la historia de la asignatura que reciben.

El resto (80%) plantea que las actividades extradocentes son las que se realizan para elevar la cultura científica en los estudiantes, entre las que se encuentran las sociedades científicas.

En la encuesta a los estudiantes (Anexo 7), aplicada a los 20 estudiantes que conforman la muestra de esta investigación, 4 (20,0%) plantean que siempre se sienten motivados por la Física, y 16 (80,0%), que a veces lo logran. La mayoría (75,0%) siempre necesita aprenderse de memoria los contenidos, el otro 25,0% a veces. Solo el 10,0% es capaz de elaborar notas en clases a partir de sus razonamientos, mientras que el 35,0% a veces, y el 55,0% nunca.

El 100% expresa que siempre tienen posibilidades para emitir los juicios acerca de lo aprenden, pero nunca se preparan para asimilar los nuevos contenidos.

Además, todos (100%) consideran importantes los conocimientos recibidos en Física y en Matemática para el desarrollo de las actividades como ser humano, pero no son capaces de dar argumentos sólidos.

Respecto a las clases de Física que reciben, el 100% considera que las tareas orientadas son mayoritariamente de cálculo, y el 10,0% señala que se resuelven tareas encaminadas a investigar sobre la vida y obra de diferentes científicos; sin embargo solo el 5,0% prefiere resolver tareas teóricas, pues el resto las valoran muy difíciles. El 30% plantea que al estudiar fenómenos

físicos se relacionan con la vida diaria, y el 70,0% que se valora el impacto social y medioambiental de los mismos.

Puede plantearse que no siempre se analizan las aplicaciones de los contenidos que se imparten, pues ningún estudiante marca esta opción.

Después de analizar los resultados obtenidos, es posible plantear que de manera general, aún no se ha logrado la formación de una cultura científica, aunque sea básica, en los estudiantes del preuniversitario. Esto trae consigo la necesidad de ampliar las acciones dirigidas a este fin, entre las que se encuentra como objetivo del grado décimo desarrollar una sociedad científica.

3. Propuesta del manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres que contribuye a elevar la cultura científica de los estudiantes del preuniversitario

Partiendo de los resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos se constata la necesidad de trabajar por lograr una elevada cultura científica en los estudiantes del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”, lo cual se hace a partir de una sociedad científica en donde se debatirán la vida y obra de los físicos y matemáticos que aparecen en los libros de texto del preuniversitario. En el manual (Anexo 12) se destaca la foto del científico y los datos sobre su nacimiento y muerte, además se da un breve bosquejo de su vida y al menos se detalla el principal descubrimiento del mismo.

4. Valoración por criterio de especialistas

De los 10 especialistas consultados todos (100%) consideraron la propuesta en el rango de muy necesaria, muy pertinente (100%), muy novedosa y original (100%) y muy generalizable (100%). Los 10 especialistas (100%) consideraron factible la aplicación del manual en una sociedad científica.

Los especialistas afirman que el manual de apuntes biográficos aplicado en una sociedad científica elevará la cultura científica de los estudiantes que la integran.

5. Validación de la propuesta

Para la validación de la propuesta de manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres, dirigidas a elevar la cultura científica en los estudiantes, fue utilizado un pre-experimento pedagógico, en el grupo décimo nueve del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”, realizándose una prueba pedagógica (Anexo 10) antes y después de aplicar las mismas en una sociedad científica.

El grupo muestra de la investigación, está conformado por 20 estudiantes, de los cuales 12 son del sexo femenino y 8 del masculino, con edades entre los 15 y 16 años, repartiéndose del siguiente modo: 16 con 15, y 4 con 16.

Para el estudio de la “cultura científica”, se tomaron tres aspectos para medirla, tanto al inicio como al final: identificar la relación del proceso o fenómenos físicos o matemáticos que se estudian con su descubridor o creador, medido entre 0 y 100 puntos, explicación de cómo llegó al descubrimiento o creación determinado científico a su aporte; evaluado en mal, regular, bien, muy bien y excelente, e importancia que le atribuye al conocimiento de la historia de la ciencia para su estudio, evaluado en bajo, medio y alto.

En cuanto a identificar la relación del proceso o fenómenos físicos o matemáticos que se estudian con su descubridor o creador

Al inicio 7 estudiantes (35%) se encontraban por debajo de los 60 puntos, mientras que al final se encontraban 3 (15%). Entre 60 y 71 al inicio habían 6 (30%), y al final solo 2. Al inicio solo había 4 estudiantes (20%) en el rango de 71-82; sin embargo, al final había 7. En 82-93 al inicio había 3 estudiante (15%), mientras que al final 5. Y al final hubo 3 estudiantes (15%) con más de 93, que inicialmente no existía alguno. Esto puede observarse de manera evidente en los gráficos de pastel. La máxima calificación obtenida al inicio fue “muy bien”, mientras que al final alcanzó el “excelente”.

En el gráfico de barras múltiples se detecta que de los 7 estudiantes que inicialmente se encontraban con menos de 60 puntos, 2 pasaron a encontrarse en 60-71 y 2 a 71-82 y 3 quedaron con la misma calificación. De los 6 que al inicio estaban entre 60 y 71, 5 pasaron a tener de 71 a 82 y 1 pasó a 82-93. De los 4 que estaban entre 71 y 82; 3 pasaron a 82-93 y 1 a más de 93. De los

3 que había con calificaciones entre 82 y 93 al inicio; pasaron 2 a más de 93 puntos y 1 se mantuvo.

Es preciso aclarar que aunque 3 estudiantes se mantuvieron desaprobados se observa una evolución; pues sus calificaciones fueron más altas que la primera vez. La calificación más baja pasó de 26 a 45 y la más alta de 84 a 99. La media que no llegaba a 70 puntos, alcanzó más de 80.

En cuanto a la explicación de cómo llegó al descubrimiento o creación determinado científico a su aporte

Al inicio en el rango de mal se encontraban 12 estudiantes (60%) mientras que al final se encontraban 6 (30%). En la calificación de regular hubo 7 estudiantes (35%) al inicio y 3 al final. Un estudiante (5%) obtuvo bien al inicio mientras que 6 la obtuvieron al final. En las calificaciones de muy bien y excelente al inicio no se encontraba ningún estudiante mientras que al final se vieron ubicados allí 3 y 2 estudiantes respectivamente.

De los 12 estudiantes con mal que había al inicio pasaron 3 a bien, 3 a regular y 6 se mantuvieron en esa calificación después de haberse aplicado el manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebre en una sociedad científica. De los 7 que se encontraban en regular 3 pasaron a bien, 3 a muy bien y uno a excelente. El estudiante que al inicio obtuvo la calificación de bien alcanzó hasta la excelencia.

En cuanto a la importancia que le atribuye al conocimiento de la historia de la ciencia para su estudio

Al inicio el nivel más frecuente era el bajo, en el que se encontraban 11 estudiantes (55%); mientras que en medio se encontraban 8 (40 %) y en alto solamente 1 (5%). Por el contrario, al final, solo 2 (10%) se quedaron en el nivel bajo, el 50% en el nivel medio y 8(40%) alcanzaron el nivel alto. Esto se observa de manera evidente en los gráficos de barras simples. La moda y la mediana pasaron de 0 a 1(bajo a medio), y el percentil de orden 75 pasó de 1 a 2 (medio a alto).

De los 11 estudiantes que inicialmente se encontraban en nivel bajo, 8 pasaron al nivel medio y 2 al alto; de los 8 que estaban en nivel medio, solamente 1

involucionó, 2 permanecieron en medio y 5 pasaron a alto; mientras que el estudiante que se encontraba en alto, permaneció en este nivel.

Al analizar los datos arrojados por la investigación se pudo constatar que el nivel cultural y científico en cuanto al historicismo de las ciencias de los estudiantes resultó ser mayor luego de la aplicación del manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres en una sociedad científica.

Conclusiones

- El estudio de los fundamentos teórico-metodológicos que sustentan la elevación de la cultura científica, durante el desarrollo de una sociedad científica estudiantil en el preuniversitario, haciendo uso de un manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres permite asegurar que se deben considerar las potencialidades que esta vía ofrece para lograr el objetivo propuesto.
- El diagnóstico realizado permitió constatar que los estudiantes del preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”, presentan deficiencias en cuanto a su cultura científica sobre el conocimiento del historicismo relativo a los científicos involucrados en el desarrollo de la Matemática y la Física.
- El manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres constituyen una vía útil para elevar la cultura científica en los estudiantes.
- Los especialistas coinciden en que la propuesta del manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos célebres, contribuye a elevar la cultura científica de los estudiantes durante el desarrollo de una sociedad científica. La valoran necesaria, pertinente, novedosa y original, así como generalizable.
- La implementación de la propuesta evidenció resultados favorables en cuanto a elevar la cultura científica de los estudiantes durante el desarrollo de una sociedad científica.

Recomendaciones

- Socializar la propuesta en todo el preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”.
- Aumentar el número de sociedades científicas de este tipo en dicho preuniversitario.

Bibliografía.

- Addine, R. (2006). *Estrategia didáctica para potenciar la Cultura Científica desde la enseñanza de la Química en el preuniversitario cubano* (Tesis doctoral). Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, Ciudad de la Habana, Cuba.
- Álvarez, P.M. (2003). *Potencialidades de la Relación Interdisciplinaria en los ISP*. Ciudad de La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- CASTRO, R. F.(1981).*Discurso por la graduación del Destacamento Pedagógico Manuel AscunceDomenech*. p. 3-5. En Granma, La Habana.
- Colectivo de autores (2006). *Programa de Física 10mo grado*. Playa, Ciudad de La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2002). *Libro de texto de Física 10mo grado*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores.(2005).*Libro de texto de Física 11no grado. Parte 1*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores.(2005).*Libro de texto de Física 11no grado. Parte 2*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores.(2000).*Libro de texto de Física 12mo grado. Parte 1*Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores.(2000). *Libro de texto de Física 12mo grado. Parte 2* Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores.(2002).*Libro de Matemática 10mo grado*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2005). *Libro de Matemática 11no grado*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2000). *Libro de Matemática 12mo grado. Parte 1*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2000). *Libro de Matemática 12mo grado. Parte 2*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Contreras, J.L. (2016). Programa de Historia y Epsitemología de la Física.
- Colectivo de autores. (2004). *Orientaciones Metodológicas de Evaluación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2006). *Programa: décimo grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

- Colectivo de autores. (2006). *Programa: oncenno grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2006.
- Colectivo de autores. (2007). *Programa: duodécimo grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Colectivo de autores. (2006). *Programa Director de Promoción y Educación para la Salud en el Sistema Nacional de Educación*. La Habana.
- Colectivo de autores. (1988). *Resolución Conjunta MINED-ACC 2/1988 / MINED-ACC*. Ciudad de La Habana.
- Davidson, L. J. (2008). *Ecuaciones y matemáticos*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Egaña, M. E.(2003).*La estadística, herramienta fundamental en la investigación pedagógica*. Ciudad de La Habana: EditorialPueblo y Educación.
- Ershov, Y. (1987). *Ciencia, cultura, sociedad*. Moscú: Ciencias Sociales.
- Freire, O. JR. (2002). *Relevancia da Filosofia e da História das Ciências para a formação dos professores de ciencias, Epistemología e Ensino de Ciências*. São Paulo: Arcadia.
- García, G. AG.(2013).*Manual de tareas docentes integradoras para la disciplina "Fundamentos de la Física Escolar*. (Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación). UCP "Félix Varela", Santa Clara.
- Guerra, E. (2009). *La cultura científica en los estudiantes de noveno grado desde la clase de Matemática* (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Varela, Sede Municipal Remedios, Villa Clara, Cuba.
- González, M. V. *Motivación profesional y personalidad* (fragmentos). Material bibliográfico para la carrera de PGI de Secundaria Básica [CD-ROM].
- González, R. F.(1991).*La personalidad, su formación y desarrollo*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y educación.
- González, Y.(2007). *Acciones dirigidas a la orientación vocacional pedagógica en secundaria básica* [Folleto electrónico] / Yolexy González, Mariela López. Las Tunas. [s.n.].

- Hart, A., Chacón, N., Güemes, M., Cabrera, O. R., Mendoza, L., Silva, R., Pino, L. M.,...Altavás, A. (2008). *Educación, ciencia y conciencia*. Playa, Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.
- Hurd, P. (1994). *New Minds for a New Age: Prologue to Modernizing the Science Curriculum*. *ScienceEducation*, 78 (1), pp.103-116.
- Internet:
 - _ Definición de folleto. Recuperado de <http://www.definicionabc.com>
 - _ Concepto de manual. Recuperado de <http://www.drae.com>
 - _ Concepto de manual. Recuperado de <http://www.definicionabc.com>
 - _ Bibliografías. Recuperadas de <http://www.fisicanet.ar>
 - _ Bibliografías. Recuperadas de <http://www.biografiasyvidas.com>
- Lederman, L. (1984). *The Value of Fundamental Science*. *Scientific American*, 251 (5), pp. 34-41.
- Lima, A. Y.(2010).*Estrategia para la OPP desde el Instituto Pedagógico Vocacional de Ciencias Pedagógicas 1ro de Mayo para el ingreso a carreras pedagógicas en el municipio de Santa Clara*. Tesis (en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación). Santa Clara: ISP "Félix Varela".
- Mesa, C.N.(2002). Informe del resultado del proyecto "*El Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Pedagógicas: una propuesta para elevar su competencia formativa*". Santa Clara.
- Mesa, C.N. (1996). *Propuesta para la formación y desarrollo de habilidades para la actividad científica en los Institutos Preuniversitarios Vocacionales de Ciencias Exactas*. Tesis (en opción al grado científico de Doctoren Ciencias Pedagógicas). ISP "Félix Varela", Santa Clara, Cuba.
- Patiño, A., Moreno, Y. & Sotto, A. (1997). *La modernización, actualización y especialización de un curso de física, en Primer Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria*. Libro de resúmenes. La Habana: Universidad de La Habana.
- Rey, A. M., González.R (1989). *La personalidad, su educación y desarrollo*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Reyes, M. L. (2007). *Metodología para el Taller Pioneril: vía para la contribución a la cultura científica de los pioneros de la Secundaria*

- Básica* (Tesis doctoral). Instituto Superior Pedagógico Félix Varela, Santa Clara, Cuba.
- Salazar, D. (2001). *La formación interdisciplinaria del futuro profesor de Biología en la actividad científico investigativa* (Tesis doctoral). Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, Ciudad de La Habana, Cuba.
 - UNESCO (2005) *¿Cómo Promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
 - Usanov. (1989). *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Fundamentos teóricos*. Playa, Ciudad de La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
 - Valdés, P., Valdés, R., Sifredo, C., Macedo, B., Gil, D. & otros. (1999). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en Condiciones Contemporáneas*. La Habana, Cuba: Academia.
 - Valdés, P., Valdés, R., Fundora, J., Pedroso, F., Moltó, G. & Pérez, Z. (2002). *Enseñanza de la física elemental*. Playa, Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Anexos

Anexo1

Tablas que muestran el uso del historicismo de la ciencia en los libros de Física del nivel medio superior



Anexo 2
Test para profesores

Nombres y Apellidos: _____

Año de graduación: _____ Recibió Historia de la Física Si ___ No___

1- A continuación te presentamos dos columnas en las cuales relacionamos nombres de científicos y hechos que realizaron. Enlaza según convenga.

- | A | B |
|-----------------------------|---|
| a) Galileo Galilei | ___ Balanza de torsión. |
| b) Isaac Newton | ___Leyes que rigen el movimiento de los planetas. |
| c) Johannes Kepler | ___Primera velocidad cósmica. |
| d) Albert Einstein | ___Formulación de la T.E.R. |
| e) Henry Cavendish | ___Las tres leyes del movimiento mecánico. |
| ___ Fenómeno de la inercia. | |

2-Copia en los espacios en blanco la palabra que completa correctamente las siguientes afirmaciones.

- a) Las leyes que constituyen la base de la Dinámica se conocen bajo el nombre de _____ leyes _____ (de Gravitación) (de movimiento mecánico) (de la Cinemática).
descubiertas por el físico inglés _____ formuladas en 1687.(H.Cavendish) (I. Newton)
- b) La magnitud de trabajo mecánico apareció en el siglo _____ casi 150 (XVI) (XVII) (XVIII) años después de las Leyes de Newton.

3-Ordena desde el punto de vista cronológico los siguientes hechos.

- ___ Aparición de la T.E.R.
 - ___ Leyes del movimiento de los planetas.
 - ___ Fenómeno de la inercia.
 - ___ Leyes del movimiento mecánico.
 - ___ Principio de Huygens-Fresnel.
 - ___ Concepto de trabajo mecánico
-

Anexo 3

Análisis de documentos 2

Objetivo: Constatar si son suficientes las orientaciones encaminadas a la realización de actividades para la Cultura científica en los documentos normativos del trabajo de la asignatura Física y Matemática en la escuela.

Documento: Programas de Física y programa de Matemática del preuniversitario.

Indicadores: __ Aparece contemplada la Cultura científica en el plan temático.

Documento: Orientaciones Metodológicas de Física y de Matemática del preuniversitario.

Indicadores: __ Se le dan alternativas de trabajo al maestro para vincular la Cultura científica a distintas unidades del programa.

Anexo 4

Guía para el análisis del libro de texto de Física y Matemática del preuniversitario

Objetivo: Constatar cómo el uso del historicismo de la ciencia, permiten la formación de la cultura científica en los estudiantes.

Aspectos a tener en cuenta

- 1- Personalidades que se destacan.
- 2- Tratamiento de la vida y obra de los científicos que son mencionados.

Anexo 5

Guía para la observación a clases de los profesores de Física y Matemática

Objetivo: Comprobar el tratamiento metodológico que ofrece el profesor de Física en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje, para el cumplimiento de los objetivos encaminados a la formación de la cultura científica.

Aspectos a observar

- 1- Etapas en las que se potencia la formación de la cultura científica.
 - En la motivación.
 - En la orientación de los objetivos.
 - En las tareas de clases.
 - En las tareas extraclases.
 - En el control y evaluaciones sistemáticas.
- 2- Tareas que se resuelven en la clase.
- 3- Medios que utilizan el profesor y los estudiantes para informarse del tema que se está abordando.
- 4- Se tiene en cuenta el carácter interdisciplinario que debe regir la enseñanza aprendizaje de las ciencias.

Anexo 6

Encuesta a los profesores de Física y de Matemática del preuniversitario

Objetivo: Conocer la preparación que tienen los profesores para dirigir el proceso docente en la Física y la Matemática, contribuyendo a la formación de la cultura científica en los estudiantes.

Profesor (a)

Con el propósito de elevar la cultura científica de los estudiantes desde una sociedad científica en el preuniversitario, se está llevando a cabo una investigación. Para ello es imprescindible su colaboración para responder las siguientes preguntas.

Cuestionario

- 1- De forma breve, defina qué es para usted cultura científica.
- 2- ¿Puede contribuir la Física a la formación de la cultura científica en los estudiantes?

Sí No ¿Por qué?

- 3- ¿La clase de Física en el preuniversitario brinda hoy esas posibilidades? Argumente.

- 4- ¿Qué enfoque considera usted es el más provechoso para alcanzar la cultura científica en sus estudiantes?

Enfoque disciplinar Enfoque interdisciplinar

Menciona las acciones que pueden realizarse para contribuir al enfoque señalado anteriormente.

- 5- Marque con una cruz (x) los aspectos que considere como limitantes para realizar acciones dedicadas a la formación de la cultura científica en los estudiantes.

Escasez de documentos metodológicos para profundizar en los contenidos.

Falta de tiempo para planificar las actividades.

Falta de tiempo en los programas de la asignatura.

Carencia de textos y otras vías de información científica a disposición de los profesores y estudiantes.

___ La dirección de la escuela no especifica con claridad cómo debe hacerse concretamente el trabajo.

___ Falta de cultura general en una parte de los docentes para emprender actividades que tributen a la cultura científica.

___ Otras, ¿cuáles?

6- Escriba en orden las actividades (3) que más usted realiza para elevar la cultura científica en los estudiantes.

Muchas gracias.

Anexo 7

Encuesta a los estudiantes

Objetivo: Conocer cómo se contribuye a la cultura científica de los estudiantes en el preuniversitario “Capitán Roberto Rodríguez Fernández”

Estudiante

Con el propósito de elevar su cultura científica desde una sociedad científica en el preuniversitario, se está llevando a cabo una investigación. Para ello es imprescindible su ayuda. La encuesta es anónima, no es necesario que ponga su nombre; solo interesa su criterio.

Lee detenidamente cada una de las siguientes preguntas y cuando esté seguro responda sinceramente.

Cuestionario

- 1- Como estudiante de Física, responde siempre, a veces o nunca.
 Te sientes motivado por la asignatura.
 Necesitas aprenderte de memoria los contenidos.
 Elaboras notas en clases, a partir de tus razonamientos.
 Te preparas sistemáticamente para asimilar los nuevos contenidos.
 Te dan posibilidades para emitir tus juicios acerca de lo que aprendes.
- 2- ¿Consideras importantes los conocimientos recibidos en la asignatura Física para el desarrollo de tus actividades como ser humano?
 Sí No ¿Por qué? _____
- 3- De las siguientes opciones marque las que consideres más acertadas, en correspondencia con la clase de Física que recibes.
 Las tareas orientadas son mayoritariamente de cálculo.
 Siempre se analizan las aplicaciones de los contenidos que se tratan.
 Se resuelven tareas encaminadas a investigar sobre la vida y obra de diferentes científicos.
 Se relacionan los fenómenos físicos con la vida diaria.
 Al estudiar fenómenos físicos, se valora el impacto social y medioambiental de los mismos.
- 4- De las siguientes opciones marque las que consideres más acertadas, en correspondencia con la clase de Matemática que recibes.

- ___ Las tareas orientadas son mayoritariamente de cálculo.
- ___ Siempre se analizan las aplicaciones de los contenidos que se tratan.
- ___ Se resuelven tareas encaminadas a investigar sobre la vida y obra de diferentes científicos.

Anexo 8

Encuesta a Especialistas

Objetivo: Conocer el criterio de los especialistas acerca del manual de apuntes biográficos de físicos y matemáticos celebres que se proponen para elevar la cultura científica en los estudiantes, desde una sociedad científica.

Estimado especialista

Por su experiencia, usted ha sido seleccionado para valorar las tareas docentes integradoras, que se han elaborado, con el fin de contribuir a la cultura científica de los estudiantes. Su opinión será de un inestimable valor para esta investigación.

Muchas gracias.

I.- Datos Generales:

Nombre y apellidos:

Centro de Trabajo: _____

Cargo que ocupa: _____

Años de experiencia: _____ Categoría Docente: _____

Grado Científico: _____

II.- Exprese sus consideraciones acerca de la propuesta de tareas docentes integradoras en cuanto a:

- Necesidad de la propuesta.

Muy necesaria () Necesaria () Poco necesaria () No necesaria ()

- Pertinencia de la propuesta.

Muy pertinente () Pertinente () Poco pertinente () No pertinente ()

- Novedad y originalidad de la propuesta.

Muy novedosa y original () Novedosa y original () Poco novedosa y original () No novedosa y original ()

- Si es generalizable.

Muy generalizable () Generalizable () Poco generalizable () No generalizable ()

III.- Exprese las deficiencias detectadas a las tareas docentes integradoras que se proponen.

IV.- Exprese las sugerencias que Ud. propone para las mismas.

V.- ¿Considera Ud. factible la aplicación de estas tareas docentes integradoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física?

Sí_____ No_____ ¿Por qué?

Anexo 9

Relación de especialistas

Nombres	Centro de trabajo	Cargo que ocupa	Categ. Docente	Título Acad.	Grado Cient.	A. Exp.
Vladimir Leonardo López Villavicencio	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Asistente	Máster	—	28
Yoandra Cárdenas Rodríguez	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Auxiliar	—	Dr.C	19
Adalberto Gerardo García	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Asistente	Máster	—	33
Bárbaro Pérez Martín	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Auxiliar	—	—	36
Osmani Candelario Dorta	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Auxiliar	Máster	—	20
Anel Fernández Vizcaino	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Auxiliar	—	—	27
Henry Curbelo Sosa	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Asistente	Máster	—	17
Jesús Rigoberto Rubio Hernández	UCP "Félix Varela Morales"	Profesor de Física	Profesor Asistente	—	—	32
Yamiley Cañizares Espinosa	UCP "Félix Varela"	Profesora de Física	Profesor Auxiliar	Máster	—	15
Rene Fundora Arencibia	UH	Profesor de Física	Asistente	Máster	—	31

Anexo 10

PRETEST

1. A continuación se le ofrecen varias aseveraciones y los nombres de varios científicos. Relacione cada aseveración con el nombre del científico adecuado.
 - a) Atracción universal de los objetos masivos
 - b) Interacción entre conductores por los cuales circula corriente eléctrica.
 - c) Aparición de una corriente de inducción en conductores eléctricos.
 - d) Teorema que relaciona la hipotenusa de un triángulo con sus catetos.
 - e) Los rayos y su relación con la electricidad estática.

Científicos: Galileo Galilei, Isaac Newton, Tales de Mileto, Pitágoras de Samos, Michael Faraday, Benjamín Franklin, José María Ampere, Albert Einstein, Aristóteles.

2. Explique cómo Galileo Galilei llegó a la conclusión de que todos los cuerpos pueden caer al mismo tiempo independientemente de su peso.
3. ¿Por qué usted considera que estudiar la historia de las ciencias es importante? De al menos tres razones.

POSTEST

1. Complete los espacios en blanco.

La descomposición de la luz blanca a través de un prisma fue realizado por _____, mientras que el fenómeno de la interferencia de las ondas luminosas fue descubierto por _____. El teorema que relaciona a un ángulo inscrito de 90 grados dentro de una circunferencia y al diámetro de la misma se conoce como el teorema de _____. La recepción y transmisión de las ondas de radio fue descubierta por _____ y a través del teléfono por _____.
2. Explique cómo Oersted llegó a concluir que debía existir una relación entre el magnetismo y la corriente eléctrica.
3. Explique desde el punto de vista epistemológico e histórico el valor de Albert Einstein para las ciencias. De al menos tres razones.

Anexo 11
Resultados de la aplicación del pretest y postest

evaluación	identificar la relación del proceso o fenómenos físicos o matemáticos que se estudian con su descubridor o creador al inicio	identificar la relación del proceso o fenómenos físicos o matemáticos que se estudian con su descubridor o creador al final
Menos de 60	7	3
60-71	6	2
71-82	4	7
82-93	3	5
Más de 93	0	3

evaluación	explicación de cómo llegó al descubrimiento o creación determinado científico a su aporte al inicio	explicación de cómo llegó al descubrimiento o creación determinado científico a su aporte al final
mal	12	6
regular	7	3
bien	1	6
muy bien	0	3
excelente	0	2

evaluación	explicación de cómo llegó al descubrimiento o creación	explicación de cómo llegó al descubrimiento o creación
-------------------	---	---

	determinado científico a su aporte al inicio	determinado científico a su aporte al final
mal	12	6
regular	7	3
bien	1	6
muy bien	0	3
excelente	0	2

Anexo 12

MANUAL DE APUNTES BIOGRÁFICOS DE FÍSICOS Y MATEMÁTICOS CÉLEBRES

ALBERT EINSTEIN

(1879-1955)



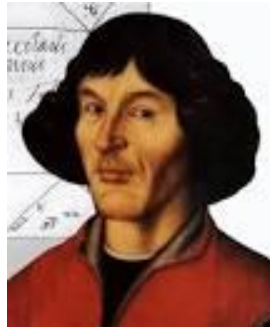
El científico más conocido y trascendental del siglo XX fue sorprendentemente un mal estudiante durante su época escolar y universitaria, en que no destacó por su asistencia a clases ni por sus notas. Sin embargo su indolencia por los estudios oficiales no le impidió leer a los grandes eruditos de la física ni desarrollar su genial intuición. Nació en Ulm, Alemania, en el seno de una familia judía, adoptó la nacionalidad suiza en 1902 y en 1905 se doctoró en física en Zurich con una tesis sobre las dimensiones de las moléculas. Al tiempo publicó diversos artículos que habrían de cambiar para siempre los conceptos de física tradicional, tanto la atómica como la astronómica. Einstein demostró que la velocidad de la luz en el vacío es constante y desarrolló la teoría de la relatividad, resumida en la fórmula $E=mc^2$, que alteró las nociones de espacio y tiempo. Gracias a ella, pudo entender las variaciones hasta entonces inexplicables del movimiento de rotación de los planetas y logró predecir la inclinación de la luz de las estrellas al aproximarse al Sol. La confirmación de su hallazgo extendió su fama por todo el mundo y viajó a por muchos países convertido en una figura popular. Ganador del Nobel de Física en 1922, tuvo que salir de Alemania cuando Hitler llegó al poder en 1933, y se instaló en los Estados Unidos, cuya nacionalidad obtuvo en 1940. Pacifista

nato, y consciente de que las armas atómicas que él había contribuido a crear con su descubrimiento eran un peligro para la humanidad, trató de eliminar el lanzamiento de la bomba sobre Hiroshima y Nagasaki. Al no lograrlo, pasó sus últimos años abrumado por la culpa y defendiendo el desarme intelectual. Einstein murió en Princeton en 1955.

Teoría de la relatividad

Los efectos predichos por la teoría de la relatividad son imperceptibles en nuestra vida cotidiana y sólo se manifiestan cuando se involucran velocidades comparables a la de la luz. Consideremos, como ejemplo, una nave espacial que se mueve con una velocidad muy alta: despegar de la Tierra y regresar después de recorrer cierta distancia. Según la relatividad, el tiempo transcurre normalmente tanto para los que se quedaron en la Tierra como para los pasajeros de la nave, pero esos dos tiempos no son iguales. Al regresar a la Tierra, los tripulantes de la nave constatarán que el viaje duró para ellos un tiempo menor que para los que se quedaron. Más precisamente, el tiempo medido en la nave es más pequeño que el medido en la Tierra por un factor de acortamiento

NICOLÁS COPÉRNICO (1473-1543)



Esperó hasta encontrarse, ya anciano en su lecho de muerte (Frauenburg, Alemania, 1543), para publicar la obra de su vida: el tratado *De Revolutionibus Orbium Caelestium*. Su prudencia estaba más que justificada, pues lo que el científico polaco planteaba venía a negar toda la concepción del cosmos mantenida hasta entonces. Durante siglos se había creído ciegamente en el Sistema Geocéntrico que se propuso el sabio griego Ptolomeo en el siglo I, según el cual la Tierra constituía el centro del universo y a su alrededor giraba el Sol y los otros planetas. Esto era incluso un dogma de fe para la iglesia católica y luterana, que perseguía con saña a los *herejes* que se atrevían a cuestionarlo. Por eso el enunciado copernicano era una auténtica bomba: la Tierra no solo estaba inmóvil, ni era el centro del universo, sino que giraba alrededor del Sol, que era el verdadero centro. Para llegar a construir su sistema, Copérnico, como buen renacentista, dedicó toda su vida al estudio, hasta dominar varias materias. Primero aprendió astronomía y matemáticas en la universidad de Cracovia y después derecho canónico en Bolonia. Fue profesor de matemática en Roma y canónigo en la catedral de Frauenburg, pero pronto volvió a Italia a aplicar sus conocimientos de medicina y leyes. Hoy sabemos que su teoría heliocéntrica, lastrada aun por conceptos medievales, contiene muchos errores, pero supuso el primer gran paso de la humanidad en el verdadero conocimiento de los astros.

Teoría heliocéntrica

El Sol está en el centro del sistema solar, es decir, los planetas giran alrededor del Sol (que se mueve en un movimiento uniforme en una y la misma dirección) entre el grupo de planetas se encuentra la Tierra que durante el día gira en torno a su eje y órbita alrededor del Sol durante el año, el eje de

rotación de la Tierra hace en el espacio un pequeño círculo completo, dando lugar a cambios en la posición de los polos celestes

MARIE CURIE

(1867-1934)



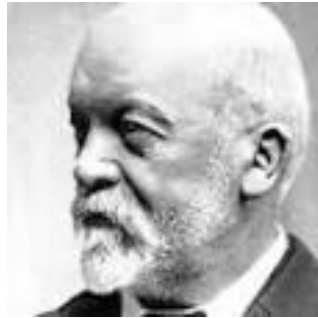
Fue la primera mujer de la historia en ganar un premio Nobel y la primera en ocupar el puesto de catedrático en una universidad, pero al margen de su sexo, Marie Curie fue una científica excepcional que descubrió la radiactividad, término que ella misma acuñó. Su trabajo, realizado en equipo con su marido, el químico francés Pierre Curie, abrió un nuevo campo a la física: la exploración en el interior del átomo. Nacida como MariaShlodowska en Varsovia, a los 23 años fue a estudiar a la capital francesa, donde contrajo matrimonio en 1895. En el curso de sus investigaciones con minerales compuestos con uranio, los Curie descubrieron dos elementos aún más radiactivos; los llamaron polonio y radio, y por ello recibieron el Nobel de Física en 1903, compartido con su colaborador Becquerel. La muerte de Pierre en 1906, tras ser atropellado por un camión, lejos de amilanar a Marie, la empujó a proseguir su tarea desde su cátedra de La Soborna. Así, en 1911 recibió el Nobel de Química por aislar el radio en estado puro. Excepcional también como persona, Marie Curie, que había contraído leucemia por haber pasado tanto tiempo expuesta a radiaciones, dedicó sus últimos años a estudiar las posibilidades médicas de la radiactividad. No quiso patentar el método de obtención del radio, que le había hecho enormemente rica, por considerarlo patrimonio de la humanidad.

Radiactividad

En sus propias palabras, «llegué a la convicción de que la emisión de rayos por los compuestos de uranio es una propiedad del metal mismo, es decir, una propiedad atómica del elemento uranio». La radiactividad no dependía de las propiedades físicas o químicas de los compuestos, sino que la sola presencia de los átomos era suficiente para generarla. Esta idea fue comunicada en 1898, y tuvo un impacto enorme. Recordemos que en ese entonces apenas se reconocía la existencia de los átomos, por lo que atribuirle una propiedad era

novedoso y a la vez problemático, porque abría la cuestión acerca de cuál era el mecanismo por el que los átomos producían radiactividad.

GOTTLIEB DAIMLER
(1834-1900)



Hijo de un hombre de Wuttemberg, el joven alemán estudió hasta convertirse en un prestigioso ingeniero. A los 38 años se asoció con un colega de Colonia, Augusto Nicolás Otto, el cual había inventado en 1872 un motor de gas que Daimler consideró idóneo para el automóvil que planeaba construir. Pero este introdujo dos cambios fundamentales: la alimentación por vapor de gasolina, en lugar de gas; y la ignición eléctrica dentro del cilindro, en sustitución de la llamita externa permanente que caracterizaba al anterior modelo. Por fin, en 1885 el emprendedor ingeniero construyó en Cannstatt su primer vehículo con motor de combustión interna: una motocicleta. Al mismo tiempo en la ciudad de Manheim, un inventor llamado Karl Benz acababa de crear un motor de gas de dos tipos, así como un cochecito de gasolina. En 1886 Daimler fabricó su primer coche de cuatro ruedas cuyo motor de medio caballo y un solo cilindro lo impulsaba a una velocidad de 30km/h. Un año después lo mejoró con un motor de combustión interna muy revolucionado. Pero su verdadero primer automóvil, dotado de motor enfriado por agua y cuatro piezas de transmisión, con capacidad para cuatro pasajeros, fue presentado en la exposición de París en 1889. Un año después, al poco de fundar una empresa para fabricar el modelo Mercedes, Daimler falleció en Stuttgart. La compañía que llevaba su nombre se fusionó con la Benz en 1926.

THOMAS ALVA EDISON
(1847-1931)



Aunque parezca increíble, el inventor más prolífico de la historia, creador de aparatos como la bombilla, el fonógrafo y el proyector de películas, solo pudo ir a la escuela durante 3 meses. Natural de Milan (Ohio), el joven tuvo que ponerse a vender periódicos a la edad de 12 años para contribuir a la precaria economía familiar. No obstante, inquieto como era, dedicó su tiempo libre a experimentar con aparatos y equipos mecánicos y eléctricos. Becado en un curso de telegrafía por salvarle la vida al hijo de un jefe de estación, desarrolló en 1863 su primer invento-un equipo telegráfico simplificado- , mientras trabajaba de telegrafista en el ferrocarril. Perdió su empleo por incendiar un vagón durante un experimento, pero Edison no se rindió y con el dinero que ganó vendiendo aparatos telegráficos montó su propio laboratorio. En 1869 patentó el registrador eléctrico de voltios, así como un indicador de variaciones bursátiles. A estos ingenios le siguieron el fonógrafo, precursor del tocadiscos y los fusibles de plomo. En 1879 logra la lámpara incandescente y hace la primera instalación eléctrica de iluminación: 115 bombillas en el vapor de Columbia. En 1881 crea en Nueva York la primera central de luz y energía del mundo, con redes subterráneas para llevar corriente eléctrica. Dos años después patenta el kinetógrafo, una cámara para 17 metros de cinta, y el kinetoscopio, un equipo ocular individual para ver imágenes sucesivas. Por fin, en 1896, logra el cinetófono. La mente de este gran mito norteamericano solo descansó con su muerte en 1931.

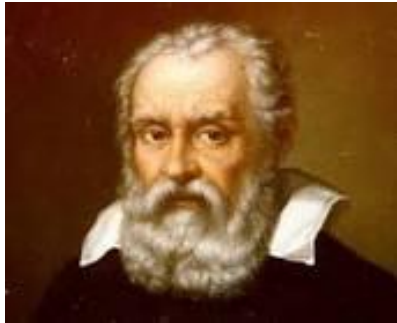
Fonógrafo

El fonógrafo utiliza un sistema de grabación mecánica analógica en el cual las ondas sonoras son transformadas en vibraciones mecánicas mediante un transductor acústico-mecánico. Estas vibraciones mueven un estilete que labra

un surco helicoidal sobre un cilindro de fonógrafo. Para reproducir el sonido se invierte el proceso.

GALILEO GALILEI

(1564-1642)



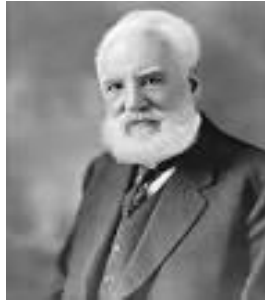
Ha pasado a la historia por su conmovedor empecinamiento, cuando tras ser obligado por la Inquisición a abjurar de su creencia –ya enunciada por Copérnico- de que la Tierra era un cuerpo móvil, masculló su célebre frase “Eppus, si muove” -y sin embargo, se mueve-. Pero la grandiosa aportación de este genio italiano a la evolución del pensamiento de la humanidad va mucho más allá de la teoría copernicana. Puede decirse que Galileo, hijo de un matemático de Pisa, creó una nueva mentalidad al introducir las matemáticas como una herramienta fundamental para la explicación de las leyes físicas. Considerado uno de los fundadores de la mecánica moderna, Galileo fue el primero en enunciar la ley del péndulo, cuyas posibilidades de utilización para medir el tiempo vislumbró al final de su vida. También inventó una balanza hidrostática y escribió un tratado del peso específico de los cuerpos sólidos. Como catedrático de Matemáticas en la Universidad de Pisa, realizó su famoso experimento desde la torre inclinada, probando el similar comportamiento de los cuerpos en el vacío. Después se empeñó en perfeccionar el telescopio del holandés Hans Lippershey y en 1609 construyó los anteojos oculares divergente que lleva su nombre, con el que inició el estudio de los astros. Así observó y midió las montañas de la Luna, descubrió los satélites de Júpiter, el anillo de Saturno y las manchas solares. Acosado por la Iglesia, se le prohibió enseñar la doctrina copernicana y ya anciano, fue vejado y sometido al proceso inquisitorial antes citado. Pero galileo nunca se rindió. Sordo y casi ciego, siguió investigando, y en 1637 descubrió la libración (balanceo) mensual y anual de Luna. Cinco años después falleció en Arcetri.

Anteojo astronómico

Es un instrumento óptico utilizado para aumentar el diámetro aparente de los objetos situados en el infinito y para aumentar la claridad de los objetos sin diámetro aparente como las estrellas. Está formado por un objetivo de gran distancia focal y un ocular de pequeña distancia focal. El objeto se encuentra en el infinito y el objetivo da una imagen situada en su plano focal imagen. Si la posición del ocular es tal, que su foco objeto se encuentra en el foco imagen del objetivo, la imagen final está en el infinito.

ALEXANDER GRAHAM BELL

(1847-1922)



Cuenta la leyenda que cuando Graham Bell patentó el teléfono en 1876, ya había comprobado que su ingenio era capaz de transmitir sonidos entre dos lugares distantes, pero no lo había aplicado a la voz humana. Parece que tres días después, mientras trabajaba en su laboratorio cerca del transmisor, le cayó ácido en la ropa, y su grito de auxilio a su ayudante constituyó la primera palabra jamás transmitida telefónicamente. Bell había nacido en 1847 en Edimburgo, donde también cursó estudios que luego prosiguió en Londres. A los 16 años dejó el aprendizaje musical para consagrarse a la fonética, siguiendo a su padre, que era profesor de edición. En 1870 por motivo de salud emigró con su familia a Canadá, y un año después a Boston (Estados Unidos), donde abrió una escuela para enseñar a los sordomudos el lenguaje de signos. Casado con una sorda trataba precisamente de encontrar un sistema de audición para estos disminuidos cuando creó el teléfono. La invención alcanzó un gran éxito pero su patente fue impugnada por rivales que lo obligaron a pleitear. Finalmente el tribunal supremo le dio la razón y en 1877 fundó la Bell Telephone Company. A demás dirigió la sociedad geográfica desde 1906 y desarrolló otros ingenios como el fotófono, un localizador de objetos metálicos en el cuerpo humano y un prototipo de pulmón de acero.

Detección metálica

En 1876 el profesor Alexander Graham. Bell centro toda su atención en el equilibrio de la inducción, ya que se producían ruidos de fondo al operar con los instrumentos telegráficos encima de las líneas que estaban cerca del cable del

teléfono. El problema finalmente se solucionó usando 2 conductores en lugar de uno, así se conseguía que la corriente inducida en un conductor fuese exactamente igual y opuesta a la inducida en el otro conductor, esto producía un equilibrio en la inducción y garantizaba un circuito estable. Este sistema fue patentado por Bell en 1877 en Inglaterra. Durante el invierno de 1877/78, Bell se encontraba en Londres trabajando en experimentos relacionados con su patente, entonces descubrió que cuando un objeto metálico entraba dentro del campo de inducción, el receptor del teléfono sonaba. Cuando una moneda de plata del tamaño de media corona pasaba entre las caras de dos bobinas paralelas, el teléfono sonaba tres veces. En 1878, un conocido de Bell, Daniel Hughes, profesor Inglés de música experimento con el equilibrio de la inducción, demostrando en 1879 el avance más prometedor logrado hasta entonces en este campo. Usando 4 bobinas, la ayuda de su recién patentado micrófono y el tic-tac de un reloj, creó una perturbación eléctrica en un circuito que contenía dos bobinas primarias y dos bobinas conectadas al receptor de un teléfono, cuando acercaba un metal a las dos bobinas, conseguía que el tic-tac del reloj se escuchara en el receptor del teléfono

EDWIN POWELL HUBBLE

(1889-1953)



Verdaderamente, el joven Edwin Powell no estaba predeterminado para la abogacía, y así lo comprendió cuando abandonó la profesión con apenas unos años después de haberse licenciado en Leyes en la Universidad de Oxford. Tenía 25 años y había descubierto su auténtica pasión: la astronomía. A ella se dedicó como empleo entre 1914 y 1917, periodo que pasó estudiando en el observatorio de Yerkes, hasta lograr el doctorado. Tras el parón de la Primera Guerra Mundial, ingresó en el observatorio de Wilson donde se apasionó por las nebulosas extragalácticas. En 1924, con un telescopio de 2,54 metros de abertura, determinó la distancia a la que se encuentra la galaxia de Andrómeda, al diferenciar en su interior algunas cefeidas, estrellas- boya que tienen un periodo de variación que se relaciona con su intensidad luminosa, lo que permite deducir su alejamiento. Cinco años después formuló la Ley de Hubble sobre la recesión de la galaxia, en la que dedujo la expansión a gran escala del universo. Hubble murió en San Marino en 1953.

Aporte

Su principal aportación fue el establecimiento de la velocidad de fuga de la galaxia, que resulta proporcional a la distancia que nos separa de ella. Esta relación, denominada *constante de Hubble*, se eleva unos 70kilómetros por segundo cada medio millón de años luz de alejamiento. Con su formulación se ha podido establecer un modelo de universo que es el aceptado actualmente por toda la comunidad científica

THEODORE HAROLD MAIMAM

(1927)



La palabra láser está hoy tan presente en la vida cotidiana que parece que siempre ha estado ahí, y sin embargo es un logro reciente que debemos a Theodore, un físico estadounidense nacido en Los Ángeles. En realidad, el proceso que basa en el láser- ampliación de luz por emisión estimulada de radiación- fue descrito por primera vez por Einstein en 1917. En 1958, los físicos norteamericanos Schawlow y Townes patentizaron un sistema que utilizaba dicho proceso, pero fue Maimam, dos años más tarde, el primero en producir un impulso de luz coherente a partir de un láser. Doctorado en Física por la Universidad de Stanford en 1955, Maimam había comenzado su trabajo en los laboratorios Hughs investigando inicialmente con el másér (un dispositivo similar para microondas), pero pronto se dio cuenta de que el concepto podría ampliarse también a la luz visible y lo logró en mayo de 1960, usando un rubí como medio amplificador. Con ello consiguió que la luz pudiera ser extremadamente intensa, direccional y con una gran pureza de color. Sin embargo, el primer láser que funcionó con regularidad se consiguió algunos meses después. Actualmente se aplica a todos los sectores: industria pesada, electrodoméstico, telecomunicaciones, como herramienta de corte, como bisturí eléctrico en medicina, etc. También emplean tecnología láser los discos compactos, los láser –disc, loscd-rom y las impresoras de los ordenadores.

El másér

En lugar de crear haces intensos de luz, como hacen los láseres convencionales, los máséres generan un haz concentrado de microondas. Sin embargo, el másér ha tenido poco impacto tecnológico debido a sus aparatosas condiciones de operación: campos magnéticos muy fuertes, vacío y temperaturas cercanas al Cero Absoluto (273 grados centígrados bajo cero).

GUGLIELMO MARCONI

(1874-1937)



En los primeros tiempos del teléfono y el telégrafo, la sola idea de mandar mensajes a través del aire sin utilizar hilos ni cables, era totalmente impensable. Sin embargo un joven italiano llamado Guglielmo Marconi demostró era posible cuando, en 1901, transmitió una señal –la letra s en código Morse– a través del Atlántico, cuando la comunicación mundial. Su descubrimiento abrió el camino de la radio, el radar y otros muchos avances. Marconi había estudiado en la universidad de su ciudad natal, Bolonia, donde hizo las primeras pruebas de uso de ondas electromagnéticas para la comunicación telegráfica. Así mejoró los emisores y las antenas de su época.

En 1894 Marconi comenzó a realizar sus primeros experimentos para mejorar la sensibilidad del oscilador y el receptor inalámbrico, incrementar su potencia y hacer que cubriera una distancia mucho mayor.

En el otoño de 1895, después de realizar muchas pruebas, el transmisor de Marconi podía cubrir una distancia de 2 kilómetros, superando incluso obstáculos naturales. Había nacido la transmisión inalámbrica por ondas de radio. Marconi se trasladó a Inglaterra, donde dio a conocer su transmisor. El 12 de diciembre de 1901 la letra “S” del código de telegrafía Morse atravesó el éter a través del Océano Atlántico, transmitida desde Poldhu, en Inglaterra hasta las costas de Terranova, en América, cubriendo una distancia de 3400 kilómetros.

En 1896 se fue a investigar a Londres, subvencionado por el gobierno británico. Un año después fundó la Marconi’s Telegraph Company, entusiasmado a la opinión pública con sus experimentos. En 1899 realizó la

primera transmisión a través del canal de la Mancha, y el 12 de diciembre de 1901 la célebre conexión trasatlántica entre Terranova y Cornwallis. Las grandes aportaciones de Marconi fueron el invento de la modulación (1895) y el sistema de ondas intermitentes dirigidas, en la telegrafía sin hilos (1905-1906). La eficacia de los inventos del genial ingeniero, que fue galardonado con el premio Nobel de física en 1909, se hizo patente durante el naufragio del Titanic (1912) y en la primera guerra mundial.

JOHN MAUCHLY Y JOHN PRESPER ECKERT

(1907-1980 / 1919-1995)



La revolución informática la que ahora estamos sumidos comenzó entre 1943 y 1946 en la universidad estadounidense de Pennsylvania. A lo largo de esos años, el equipo dirigido por John Mauchly y John Perder Eckert desarrolló con la compañía

UNIVATC la que fue la primera calculadora de propósito general: la ya mítica ENIAC, que pesaba 30 toneladas, ocupaba una sala entera y tenía que reconexionarse parcialmente cada vez que era programada. Este primigenio ordenador entró en la historia de la tecnología como la primera máquina que incorporó la electrónica al cálculo. Era sustancialmente más rápida que cualquiera de las anteriores, pues solo necesitaba 0,003 para efectuar una multiplicación entre operaciones de diez dígitos decimales. Sus circuitos estaban compuestos por 18.000 tubos de vacío y costo 500.000 dólares. Sin embargo, paradójicamente, la ENIAC supuso conceptualmente un retroceso, pues para programar la máquina con el fin de resolver un problema había que reconfigurar un panel fijo de conexión y cuadros de conexiones y cuadro de interruptores; así, cada vez que se cambiaba el problema, había que cambiar el cableado de conexiones entre las unidades, lo que complicaba la programación. De ahí que los dos investigadores desarrollaran en 1946 la EDVAC, que fue la primera calculadora con programa almacenado, un concepto del físico - matemático Neumann.

ISSAC NEWTON
(1642-1727)



Quiso el destino que una flecha uniera a dos de los mayores pensadores y científicos que a conocido la humanidad. En 1642, año de la muerte de Galileo, nació en Woolsthorpe (Inglaterra) Isaac Newton, quien continuó y perfeccionó la obra del primero. Fervientemente religioso a la vez que dotado de gran interés científico, Newton demostró desde muy joven una notable inteligencia y una insaciable curiosidad por llegar a comprender cómo funcionaba el universo. En respuesta a sus dudas, halló un sistema que transformó por completo la física. A los 23 años descubrió la ley de la gravitación universal, al observar la caída de la famosa manzana. También definió las nociones de masa y fuerza, e identificó el peso de la Tierra y la atracción entre los cuerpos celestes. La mecánica de Newton, expuesta en sus *principios matemáticos de filosofía natural* (1687), se basa en tres leyes fundamentales: el principio de la inercia, ya apuntado por Galileo y Descartes; la proporcionalidad entre fuerza y aceleración; y la igualdad entre acción y reacción. Estos principios han mantenido toda su vigencia hasta la aparición de la mecánica cuántica en el siglo XX. En óptica Newton creó una nueva teoría de la luz, al descomponer el blanco en distintos colores. También ideó el primer microscopio de reflexión, tras probar que los ángulos de reflexión de los raios son idénticos. Y como matemático formuló el binomio al que dio nombre, además de desarrollar el cálculo diferencial e integral hasta niveles insospechados para su época.

Leyes de la fuerza

Newton descubrió las leyes del movimiento, las dos primeras (Inercia y Fuerza) tenían sus antecedentes históricos en trabajos de Demócrito, Leucipo,

Descartes, Huygens, Galileo y Leibnitz, entre otros. La tercera; acción y reacción, fue totalmente original de él.

Es muy común encontrar en los libros dedicados a la enseñanza de la Física que la segunda ley se escribe como:

$F = m \cdot a$, sin embargo Newton nunca la escribió de esa manera, él la obtuvo en función del impulso y la cantidad de movimiento. El término F (fuerza), tal y como se ve hoy en día, no era visto por Newton de esa manera, para él Fuerza y Fuerza Motora era el Impulso Neto. De esta manera escribió la segunda ley como:

$$I_{\text{neto}} = \int_{t_1}^{t_2} F_{\text{neto}}(t) dt = \Delta(mv)$$

NIKOLA TESLA
(1856-1943)



La intensa figura de Thomas Edinson, para quien Telsa trabajó durante un tiempo, oscureció su tarea y le privó de la fama popular. Sin embargo hoy sabemos que este croata emigrado a Nueva York fue, tras su jefe, el inventor con mayor proyección de la era electrónica. Educado en el Instituto Politécnico de Graz y en la Universidad de Praga, Telsa se empleó como ingeniero electrónico en Budapest, Paris y Estambul, antes de partir a Estados Unidos. Una vez allí, entró en los laboratorios Edinson como proyectista de motores y generadores. Sus investigaciones en el campo magnético rotatorio y la corriente alterna –AC y AC/DC, las patentes que vendió a Westinghouse 1885- contribuyeron a electrificar el mundo, al hacer posible enviar energía eléctrica a largas distancias. Entre otros logros, Telsa creó un sistema de suministro eléctrico que transportaba corriente alterna (1887), el motor de corriente alterna (1888), el transformador o bobina Telsa (1891) y el sistema de transmisión inalámbrica (1893). También descubrió el principio del campo magnético rotatorio y esbozó la posibilidad de usar el eco de la radio, que luego daría origen al radar. Su motor eléctrico compartido (1899) fue incorporado a la mayoría de los primitivos electrodomésticos.

Motor de corriente alterna

También son conocidas como máquinas de inducción. Su estator está formado por un paquete de chapas aisladas montado en una carcasa con una serie de ranuras en su periferia donde se encuentran los hilos conductores que forman el bobinado del estator, formando tres bobinas que se corresponden a cada una de las tres fases. El rotor lo forman un apilamiento de chapas que forman un cilindro junto con el eje del motor, pero según se distribuya el inducido se distinguen dos tipos:

- Rotor bobinado: En las ranuras de las chapas del rotor hay unos devanados iguales que los del estator formados por un gran número de

espiras; los extremos de las bobinas de este devanado esta conectadas a tres anillos que se conectan al exterior mediante el contacto de tres escobillas

- Rotor de jaula de ardilla: En las ranuras del exterior están colocados los conductores que forman una serie de barras formando un cilindro cortocircuitadas en cada extremo con forma de jaula de ardilla

VLADIMIR KOSMA ZWORYKIN

(1889-1982)



Resulta curioso que haya sido un ruso el creador del invento americano por excelencia, pero así figura en la historia. En 1919, tras la revolución soviética, el físico Vladimir Zworykin emigró a Estados Unidos en busca de nuevos horizontes. Pronto se nacionalizó norteamericano y en plena década de los veinte se encontró trabajando para la compañía Westinghouse. Obsesionado por conseguir un aparato que pudiera producir imágenes, investigó en el tubo de rayos catódicos. El esfuerzo tuvo su premio cuando en 1923 logró desviar el rayo de electrones por medio de campos magnéticos, con la consiguiente descomposición de las imágenes: había logrado el principio en que se basa la televisión. A este primer sistema televisión completamente electrónico lo denominó iconoscopio. Cinco años después patentizó el invento y siguió trabajando en él. En 1938, gracias a las investigaciones que realizó para la radio Corporation of America (RCA), la televisión estaba suficientemente desarrollada como para convertirse en un sistema aplicable a gran escala. La RCA estaba convencida de que pronto sería un gran negocio, pese a que el corte de las primeras cámaras capaces de transformar en imágenes señaladas eléctricas enviadas a través de un cable resultaba prohibitivo. El boom llegó en los años cincuenta, cuando la televisión entró en la mayoría de los hogares estadounidenses. Luego llegó a Europa y al resto del mundo.

Iconoscopio

El elemento principal del iconoscopio era la placa de mosaico, que servía para descomponer la imagen en un conjunto de puntos entramados. Así, el objeto se

proyectaba sobre dicha placa a través de un objetivo y generaba en ella cargas eléctricas, cuya magnitud dependía en cada punto de la intensidad luminosa recibida por la placa. De esta manera, las descargas se propagaban como impulsos y generaban así las señales, que se conducían después a un amplificador y, a continuación, a un emisor.

RENÉ DESCARTES (1596-1650)



Cuando ingresó a los diez años al colegio de La Fléche, de jesuita, era un niño debilucho y enfermizo al que permitían levantarse un poco más tarde que los demás. El futuro filósofo y matemático fundador de la filosofía moderna e ideador del cartesianismo se acostumbró de este modo a meditar profundamente hasta bien entrada la mañana. Y de sus cavilaciones surgió su única primera verdad: “pienso, luego existo”. Estas palabras sentaron las bases de la teoría del conocimiento moderno. Si célebre fue su frase, más aun el método de duda metódica y cartesiana, que Descartes propugnó para llegar hasta la verdad. A saber, es preciso recurrir a la duda para llegar a proposiciones que de ninguna manera se pudieran negar. Su discurrir filosófico está muy cercano a las matemáticas y se sustenta en cuatro preceptos. Cuando el filósofo fallece en Suecia por culpa de una neumonía, el cartesianismo se pone en boga. Molière le menciona en boca de sus *Mujeres sabias*.

Preceptos matemáticos de Descartes

- 1-No aceptar nada como verdadero si no se sabe con evidencia que lo es.
- 2- Dividir en partes las dificultades para comprenderlas mejor.
- 3-Ordenar los pensamientos, de los más simples hasta los más complejos.
- 4-Asegurarse, por último de que no se ha omitido ningún aspecto.

Este planteamiento pone en evidencia que con Descartes nació el racionalismo moderno

HENRYCAVENDISH

(1731 - 1810)



Físico y químico británico, conocido sobre todo por sus investigaciones en la química del agua y del aire, y por el cálculo de la densidad de la Tierra. Estudió en la Peterhouse, Universidad de Cambridge. Sus primeros trabajos trataban sobre el calor específico de las sustancias. En 1766 descubrió las propiedades del hidrógeno. Su trabajo más celebre fue el descubrimiento de la composición del agua. Afirmaba que "el agua está compuesta por aire deflogistizado (oxígeno) unido al flogisto (hidrógeno)". Mediante lo que se conoce como "experimento Cavendish", determinó que la densidad de la Tierra era 5,45 veces mayor que la densidad del agua, un cálculo muy cercano a la relación establecida por las técnicas modernas (5,5268 veces). Cavendish también determinó la densidad de la atmósfera y realizó importantes investigaciones sobre las corrientes eléctricas.

Experimento de Cavendish

La constante de la gravitación universal, G , fue medida en un importante experimento realizado por Henry Cavendish en 1798. El aparato de Cavendish se compone de dos esferas pequeñas, cada una de masas " m " fijas a los extremos de una ligera barra horizontal suspendida por una fina fibra o un alambre metálico delgado. Cuando dos grandes esferas, cada una de masa " M ", se colocan cerca de las esferas más pequeñas, la fuerza de atracción entre las esferas pequeñas y grandes hace que la barra gire y tuerza el alambre de suspensión en una nueva orientación de equilibrio. Se mide el

ángulo al cual gira la barra, por medio de la desviación de un haz luminoso que se refleja en un espejo unido a la suspensión vertical. Además de proporcionar el valor de G , los experimentos muestran que la fuerza es atractiva, proporcional al producto $m.M$ e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los centros de masas de las esferas.

ANDRÉ MARIE AMPÉRE

(1775 - 1836)



André Marie Ampère fue un matemático, químico y filósofo francés que fundó la ciencia de la electrodinámica. La unidad de medida para la corriente eléctrica (amperio) recibió su nombre en su honor. El genio de Ampère, particularmente en matemáticas, se hizo evidente desde los primeros años de su vida: Dominaba las matemáticas avanzadas a la edad de 12 años. En su primera publicación, Consideraciones acerca de la teoría matemática de los juegos, una primera contribución a la teoría de la probabilidad, propuso lo inevitable de que un jugador pierda un juego de azar con un jugador con mayores recursos financieros. A Ampère se le acredita el descubrimiento del electromagnetismo - la relación entre la corriente eléctrica y campos magnéticos - . Su trabajo en este campo fue influido por los descubrimientos del físico danés Hans Christian Oersted. Ampère presentó una serie de artículos que exponían la teoría y las leyes básicas del electromagnetismo, la que él llamó electrodinámica, para diferenciarla del estudio de fuerzas eléctricas estacionarias, que denominó electrostáticas. La culminación de los estudios de Ampère ocurrió en 1827 cuando publicó su Teoría matemática de fenómenos electrodinámicos deducida exclusivamente a partir de experimentos, en la cual dedujo formulaciones matemáticas precisas del electromagnetismo, principalmente la ley de Ampère. Se han contado muchas historias de lo distraído de Ampère, una peculiaridad que compartía con Isaac Newton. En una ocasión, olvidó una invitación a cenar con el emperador Napoleón. La vida personal de Ampère estuvo llena de tragedias. Su padre, un adinerado funcionario de la ciudad, fue guillotinado

durante la Revolución Francesa, y la muerte de su esposa en 1803 fue una gran desgracia. Ampère murió de neumonía a la edad de 61 años. El juicio de su vida es claro a partir del epitafio que eligió para su lápida: Tandemfelix (Al fin feliz).

Ley de Ampere

El campo magnético en el espacio alrededor de una corriente eléctrica, es proporcional a la corriente eléctrica que constituye su fuente, de la misma forma que el campo eléctrico en el espacio alrededor de una carga, es proporcional a esa carga que constituye su fuente. La ley de Ampere establece que para cualquier trayecto de bucle cerrado, la suma de los elementos de longitud multiplicada por el campo magnético en la dirección de esos elementos de longitud, es igual a la permeabilidad multiplicada por la corriente eléctrica encerrada en ese bucle. En el caso eléctrico, la relación del campo con la fuente está cuantificada en la ley de Gauss la cual, constituye una poderosa herramienta para el cálculo de los campos eléctricos.

HANS CHRISTIAN OERSTED

(1777 - 1851)



Físico y químico danés, que demostró la existencia de un campo magnético en torno a una corriente eléctrica. Estudió Física y Farmacia en la Universidad de Copenhague. Terminados sus estudios, en 1794 fue nombrado adjunto de la Facultad de Medicina. Fue profesor de física en esa universidad en 1806 y posteriormente fue director del Instituto Politécnico de dicha ciudad. En 1819 descubrió que una aguja imantada se desvía colocándose en dirección perpendicular a un conductor por el que circula una corriente eléctrica, iniciando así el estudio del electromagnetismo. Al parecer, también fue el primero en aislar el (1825) aluminio. Sus resultados se publicaron el 21 de julio de 1820 en un folleto de cuatro hojas escrito en latín, difundido con celeridad a las academias científicas de toda Europa, cuyo título era "Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam". Oersted fundó poco tiempo más tarde una sociedad para la difusión de la ciencia e inició una intensa labor de conferenciante, a la vez que continuaba con sus investigaciones. En 1822 obtuvo el primer valor fiable de la compresibilidad del agua y en 1825 consiguió utilizar corrientes eléctricas para aislar el aluminio elemental del compuesto alúmina. Entre sus amistades se encontraba la del otro Hans Christian inmortal, Andersen. Por sus méritos científicos le fue concedida la Gran Cruz de Dannebrog. El 11 de septiembre de 1820 Arago comunicó al Instituto de Francia los resultados de Oersted. En 1844 apareció su Manual de física mecánica. Entre sus obras científicas destacan *Tentamen nomenclaturae chemicae* en 1814, *Dissertatio de forma*

metaphysiceselementarisnaturaeexternae en 1799, así como numerosos trabajos y publicaciones en revistas, sobre todo en *Tidskriftfor naturu den skaberne*, de la que fue uno de los principales redactores.

Experimento de Oersted

Con la aguja en equilibrio, colocamos un tramo de conductor recto paralelo a la aguja. Un amperímetro conectado en serie con el conductor nos indicará cuando circula corriente por el mismo. En esta situación, si hacemos circular una corriente elevada por el conductor, del orden de 6 amperios, observamos que la aguja se desvía de su posición de equilibrio, oscilando en torno a las direcciones paralela y perpendicular al conductor. Al eliminar la corriente, la aguja vuelve a oscilar en torno a la dirección paralela al conductor (Norte-Sur) hasta que se detiene. Seguidamente se invierte el sentido de la corriente, observándose que ahora la aguja se desvía en sentido contrario. Podemos concluir que cuando circula corriente por el conductor sobre la aguja magnética actúan dos fuerzas, la fuerza debida al campo magnético terrestre y la fuerza originada por el campo magnético que el conductor crea en su entorno.

AMADEO AVOGADRO

(1776-1856)



Químico y físico italiano. Fue catedrático de física en la Universidad de Turín durante dos períodos (1820-1822 y 1834-1850). En un trabajo titulado *Ensayo sobre un modo de determinar las masas relativas de las moléculas elementales*, estableció la famosa hipótesis de que volúmenes de gases iguales, a las mismas condiciones de temperatura y presión, contienen igual número de moléculas. Determinó que los gases simples como el hidrógeno y el oxígeno son diatómicos (H_2 , O_2) y asignó la fórmula (H_2O) para el agua. Las leyes de Avogadro resolvieron el conflicto entre la teoría atómica de Dalton y las experiencias de Gay-Lussac. El número de partículas en un «mol» de sustancia fue denominado constante o número de Avogadro en su honor.

Orientado por su familia a los estudios jurídicos, y después de haber practicado la abogacía durante algunos años, en 1800 se sintió atraído definitivamente por los estudios científicos y en 1809 llegó a ser profesor de física en el colegio real de Vercelli; años después, en 1820, fue nombrado docente de física matemática (o física sublime, como se decía entonces) en la Universidad de Turín.

La cátedra de física matemática (o "sublime") y otras más fueron suprimidas después de las revueltas de 1821, y Avogadro conservó solamente el título de profesor emérito y una mezquina pensión. En 1832, restablecida la cátedra, fue asignada a Cauchy, quien la desempeñó durante dos años, y luego se dio nuevamente a Avogadro. En este segundo período de enseñanza, que duró hasta 1850, el ilustre químico piemontés preparó también un grueso tratado en

cuatro volúmenes, *Física de los cuerpos ponderables* o *Tratado de la constitución general de los cuerpos*, que prefigura genialmente hipótesis, teorías y leyes atribuidas a autores posteriores. Otras obras seleccionadas de Avogadro

Propuesta de Avogadro

Avogadro encontró la forma de conciliar los resultados experimentales de Gay-Lussac con la teoría atómica de Dalton: propuso que las partículas de los gases elementales no estaban formadas por átomos simples, sino por agregados de átomos a los que llamó moléculas, palabra que procede de latín *moles* y que significa "masa". "Moléculas elementales" en el caso de cuerpos simples, formadas de átomos de la misma especie; "moléculas integrantes" en los casos de cuerpos compuestos, formadas de átomos de especie diversa. Así, pues, los gases están formados por moléculas (concepto que aparece por primera vez con el principio de Avogadro) y éstas se escinden en átomos cuando dos gases reaccionan entre sí. De este modo era inmediato explicar la ley de Gay-Lussac sin más que admitir que las moléculas de los gases elementales son diatómicas: las previsiones teóricas concordaban perfectamente con los resultados experimentales.

CHARLES COULOMB

(1736-1806)



(Angulema, Francia, París) Físico francés. Su Celebridad se basa sobre todo en que enunció la ley física que lleva su nombre (ley de Coulomb), que establece que la fuerza existente entre dos cargas eléctricas es proporcional al producto de las cargas eléctricas e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia que las separa. Las fuerzas de Coulomb son unas de las más importantes que intervienen en las reacciones atómicas.

Después de pasar nueve años en las Indias Occidentales como ingeniero militar, regresó a Francia con la salud maltrecha. Tras el estallido de la Revolución Francesa, se retiró a su pequeña propiedad en la localidad de Blois, donde se consagró a la investigación científica. En 1802 fue nombrado inspector de la enseñanza pública.

Influido por los trabajos del inglés Joseph Priestley (ley de Priestley) sobre la repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo, desarrolló un aparato de medición de las fuerzas eléctricas involucradas en la ley de Priestley, y publicó sus resultados entre 1785 y 1789. Estableció que las fuerzas generadas entre polos magnéticos iguales u opuestos son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia entre ellos, lo cual sirvió de base para que, posteriormente, Simon-Denis Poisson elaborara la teoría matemática que explica las fuerzas de tipo magnético.

La ley de Coulomb

Mediante una balanza de torsión, Coulomb encontró que la fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales (cuerpos cargados cuyas dimensiones son despreciables comparadas con la distancia r que las separa) es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq'}{r^2}$$

El valor de la constante de proporcionalidad depende de las unidades en las que se exprese F , q , q' y r . En el Sistema Internacional de Unidades de Medida vale $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

ARISTARCO DE SAMOS

(310 a.C. - 230 a.C.)



Astrónomo griego. Pasó la mayor parte de su vida en Alejandría. De la obra científica de Aristarco de Samos sólo se ha conservado De la magnitud y la distancia del Sol y de la Luna. Calculó que la Tierra se encuentra unas 18 veces más distante del Sol que de la Luna, y que el Sol era unas 300 veces mayor que la Tierra. El método usado por Aristarco era correcto, no así las mediciones que estableció, pues el Sol se encuentra unas 400 veces más lejos. Un cálculo bastante preciso fue realizado algunos decenios más tarde por Eratóstenes.

Aristarco de Samos formuló, también por primera vez, una teoría heliocéntrica completa: mientras el Sol y las demás estrellas permanecen fijas en el espacio, la Tierra y los restantes planetas giran en órbitas circulares alrededor del Sol. Su modelo heliocéntrico (que no tuvo seguidores en su época, dominada por la concepción geocéntrica) encontró mayor precisión y detalle en el sistema de Nicolás Copérnico, ya en el año 1500.

Aristarco perfeccionó además la teoría de la rotación de la Tierra sobre su propio eje, explicó el ciclo de las estaciones y realizó nuevas y más precisas mediciones del año trópico.

Teoría heliocéntrica de Aristarco

Aristarco de Samos fue realmente quien primero propuso la teoría heliocéntrica. La teoría desarrollada por Aristarco se basó en la distancia entre la Tierra y el

Sol, planteando que él Sol poseía una medida mucho mayor que la tierra que para la Tierra. Por esta razón, Aristarco propuso que era la tierra la que giraba alrededor del Sol y no a la inversa.

ARISTÓTELES

(384 a.C. - 322 a.C.)



Filósofo y científico griego, considerado, junto a Platón y Sócrates, como uno de los pensadores más destacados de la antigua filosofía griega y posiblemente el más influyente en el conjunto de toda la filosofía occidental.

Nació en Estagira (actual ciudad griega de Stavro, entonces perteneciente a Macedonia), razón por la cual también fue conocido posteriormente por el apelativo de El Estagirita. Hijo de un médico de la corte real, se trasladó a Atenas a los 17 años de edad para estudiar en la Academia de Platón. Permaneció en esta ciudad durante aproximadamente 20 años, primero como estudiante y, más tarde, como maestro. Tras morir Platón (c. 347 a.C.), Aristóteles se trasladó a Assos, ciudad de Asia Menor en la que gobernaba su amigo Hermias de Atarnea. Allí contrajo matrimonio con una pariente de éste (posiblemente su sobrina o su hija), llamada Pitias, y actuó como su consejero. Tras ser capturado y ejecutado Hermias por los persas (345 a.C.), Aristóteles se trasladó a Pela, antigua capital de Macedonia, donde se convirtió en tutor de Alejandro (más tarde Alejandro III el Magno), hijo menor del rey Filipo II. En el año 336 a.C., al acceder Alejandro al trono, regresó a Atenas y estableció su propia escuela: el Liceo. Debido a que gran parte de las discusiones y debates se desarrollaban mientras maestros y estudiantes caminaban por su paseo cubierto, sus alumnos recibieron el nombre de peripatéticos. La muerte de

Alejandro (323 a.C.) generó en Atenas un fuerte sentimiento contra los macedonios, por lo que Aristóteles se retiró a una propiedad familiar situada en Calcis, en la isla de Eubea, donde falleció un año más tarde.

ARQUÍMEDES

(287 - 212 a.C.)



Notable matemático e inventor griego, que escribió importantes obras sobre geometría plana y del espacio, aritmética y mecánica. Nació en Siracusa, Sicilia, y se educó en Alejandría, Egipto. En el campo de las matemáticas puras, se anticipó a muchos de los descubrimientos de la ciencia moderna, como el cálculo integral, con sus estudios de áreas y volúmenes de figuras sólidas curvadas y de áreas de figuras planas. Demostró también que el volumen de una esfera es dos tercios del volumen del cilindro que la circunscribe.

En mecánica, Arquímedes definió la ley de la palanca y se le reconoce como el inventor de la polea compuesta. Durante su estancia en Egipto inventó el "tornillo sin fin" para elevar el agua de nivel. Arquímedes es conocido sobre todo por el descubrimiento de la ley de la hidrostática, el llamado principio de Arquímedes, que establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una pérdida de peso igual al peso del volumen del fluido que desaloja. Se dice que este descubrimiento lo hizo mientras se bañaba, al comprobar cómo el agua se desplazaba y se desbordaba.

Arquímedes pasó la mayor parte de su vida en Sicilia, en Siracusa y sus alrededores, dedicado a la investigación y los experimentos. Aunque no tuvo

ningún cargo público, durante la conquista de Sicilia por los romanos se puso a disposición de las autoridades de la ciudad y muchos de sus instrumentos mecánicos se utilizaron en la defensa de Siracusa. Entre la maquinaria de guerra cuya invención se le atribuye está la catapulta y un sistema de espejos - quizá legendario - que incendiaba las embarcaciones enemigas al enfocarlas con los rayos del sol.

Al ser conquistada Siracusa, durante la segunda Guerra Púnica, fue asesinado por un soldado romano que le encontró dibujando un diagrama matemático en la arena. Se cuenta que Arquímedes estaba tan absorto en las operaciones que ofendió al intruso al decirle: "No desordenes mis diagramas". Todavía subsisten muchas de sus obras sobre matemáticas y mecánica, como el Tratado de los cuerpos flotantes, El arenario y Sobre la esfera y el cilindro. Todas ellas muestran el rigor y la imaginación de su pensamiento matemático.

DANIEL BERNOULLI

(1700 - 1782)



Científico holandés que descubrió los principios básicos del comportamiento de los fluidos. Era hijo de Jean Bernoulli y sobrino de Jacques Bernoulli, dos investigadores que hicieron aportaciones importantes al primitivo desarrollo del cálculo.

Desde muy pronto manifestó su interés por las matemáticas. Aunque consiguió un título médico en 1721, fue profesor de matemáticas en la Academia Rusa de San Petersburgo en 1725. Posteriormente dio clases de filosofía experimental, anatomía y botánica en las universidades de Groningen y Basilea, en Suiza.

Bernoulli promovió en Europa la aceptación de la nueva física del científico inglés Isaac Newton. Estudió el flujo de los fluidos y formuló el teorema según el cual la presión ejercida por un fluido es inversamente proporcional a su velocidad de flujo. Utilizó conceptos atomísticos para intentar desarrollar la primera teoría cinética de los gases, explicando su comportamiento bajo condiciones de presión y temperatura cambiantes en términos de probabilidad. Sin embargo, este trabajo no tuvo gran repercusión en su época. Bernoulli murió el 17 de marzo de 1782 en Basilea.

JACOB BERNOULLI

(1654 - 1705)



Jacob Bernoulli era hermano de Johann Bernoulli y tío de Daniel Bernoulli. Se graduó con un grado de Teología de Basilea en el año 1676. Recibió enseñanza en matemáticas y astronomía contra los deseos de sus padres.

En el año 1676 y 1682 Jacob viajó a lo largo de Francia, Inglaterra y los países nórdicos. Se reunió con Boyle y Hooke en Inglaterra.

Jacob retornó a Suiza y enseñó mecánica en la Universidad de Basilea desde el año 1683. Fue nombrado como profesor de matemáticas en Basilea en el año 1687.

Jacob fue el primero en usar el término integral en el año 1690. Utilizó tempranamente las coordenadas polares y descubrió el isócrono, la curva que se forma al caer verticalmente un cuerpo con velocidad uniforme.

En una disputa matemática con su hermano Johann, inventó el cálculo de las variaciones. También trabajó en la Teoría de la Probabilidad. La distribución de Bernoulli, la ecuación diferencial de Bernoulli. Los números de Bernoulli fueron nominados por Jacob Bernoulli.

Jacob publicó muchos artículos de series finitas. Con su muerte su puesto en Basilea fue ocupado por su hermano Johann Bernoulli.

LUDWIG BOLTZMANN

(1844 - 1906)



Físico austriaco, que colaboró en la creación de las bases para el campo de la física conocido como mecánica estadística. Estudió en Oxford. Fue profesor de física en varias universidades alemanas y austriacas durante más de cuarenta años. Durante la década de 1870, Boltzmann publicó una serie de ensayos que demostraban que la segunda ley de la termodinámica podría explicarse analizando estadísticamente los movimientos de los átomos. En estos ensayos, Boltzmann desarrolló el principio dominante de la mecánica estadística: que fenómenos visibles, a gran escala, se pueden explicar examinando estadísticamente las propiedades microscópicas de un sistema, como el de los movimientos de los átomos. Boltzmann formuló también una ley que recibió su nombre junto con el del físico austriaco Josef Stefan: ley de Stefan - Boltzmann. Esta ley establece que la radiación total de un cuerpo negro, que es una superficie ideal que absorbe toda la energía radiante que le llega, es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta del cuerpo negro. Boltzmann hizo grandes aportaciones a la teoría cinética de los gases. El trabajo de Boltzmann fue duramente criticado por los científicos de la época, pero éste, en su mayor parte, fue demostrado en 1906 con datos experimentales poco después de que Boltzmann falleciera.

BENJAMÍN FRANKLIN

(1706-1790)

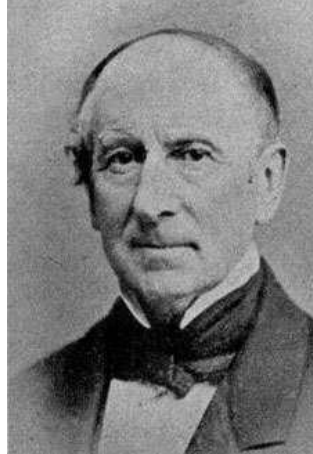


Filósofo, político y científico estadounidense, cuya contribución a la causa de la guerra de la Independencia estadounidense y gobierno federal instaurado tras la misma le situaron entre los más grandes estadistas del país. Franklin nació el 17 de enero de 1706 en Boston. Después de asistir a la escuela primaria desde los 8 a los 10 años de edad, Benjamín empezó a trabajar en la cerería de su padre. Cuando tenía 13 años de edad trabajó como aprendiz en la imprenta de su hermano. Benjamín aprendió este oficio, dedicando su tiempo libre a perfeccionar su formación, leyendo obras de John Bunyan, Plutarco, Daniel Defoe, Cotton Mather, sir Richard Steele y Joseph Addison. *Proyectos y Experimentos*. Franklin participó en muchos proyectos públicos. En 1731 fundó la que probablemente fue la primera biblioteca pública de Norteamérica, inaugurada en 1742 con el nombre de Biblioteca de Filadelfia. También publicó el *Almanaque del Buen Ricardo* en 1732 bajo el seudónimo de Richard Saunders. Este modesto almanaque se ganó rápidamente a un gran público y con su saber práctico y sencillo ejerció una influencia persuasiva en el carácter de la población colonial. En 1736 Franklin formó parte de la Asamblea General de Pensilvania y al año siguiente fue nombrado administrador de Correos de Filadelfia. Por esta época organizó también la primera compañía de seguros contra incendios de la ciudad e introdujo métodos para mejorar la pavimentación e iluminación de las calles. Siempre interesado en los estudios científicos, ideó sistemas para controlar el exceso de humo de las chimeneas y alrededor de 1744 inventó la estufa de hierro Franklin, que producía más calor con menos combustible. En 1747 Franklin inició sus experimentos sobre la electricidad. Adelantó una posible teoría de la botella de Leyden, defendió la

hipótesis de que las tormentas son un fenómeno eléctrico y propuso un método efectivo para demostrarlo. Su teoría se publicó en Londres y se ensayó en Inglaterra y Francia antes incluso de que él mismo ejecutara su famoso experimento con una cometa en 1752. Inventó el pararrayos y presentó la llamada teoría del fluido único para explicar los dos tipos de electricidad, positiva y negativa. En reconocimiento a sus impresionantes logros científicos, Franklin recibió títulos honorarios de las universidades de Saint Andrews y Oxford. También fue elegido miembro de la Sociedad Real de Londres y en 1753 fue galardonado con la Medalla Copley por sus destacadas contribuciones a la ciencia experimental. Franklin ejerció también gran influencia en el campo de la educación, siendo determinantes sus escritos para la fundación en 1751 de la Academia Filadelfia, que más tarde se convertiría en la Universidad de Pensilvania. El plan de estudios que proponía se alejaba bastante del programa de estudios clásicos tan en boga en ese momento; concedía gran importancia al estudio del inglés y las lenguas modernas, así como a las matemáticas y ciencias. Benjamín Franklin fue el principal seguidor de los postulados de Isaac Newton en América. Su teoría sobre la electricidad se basaba en la noción newtoniana de la repulsión mutua de las partículas que el científico inglés había expuesto en su Óptica.

AUGUSTIN LOUIS CAUCHY

(1789 - 1857)



(París, 1789-Sceaux, Francia, 1857) Matemático francés. Era el mayor de los seis hijos de un abogado católico y realista, que hubo de retirarse a Arcueil cuando estalló la Revolución. Allí sobrevivieron de forma precaria, por lo que Cauchy creció desnutrido y débil.

Fue educado en casa por su padre y no ingresó en la escuela hasta los trece años, aunque pronto empezó a ganar premios académicos. A los dieciséis entró en la École Polytechnique parisina y a los dieciocho asistía a una escuela de ingeniería civil, donde se graduó tres años después.

Su primer trabajo fue como ingeniero militar para Napoleón, ayudando a construir las defensas en Cherburgo. A los veinticuatro años volvió a París y dos más tarde demostró una conjetura de Fermat que había superado a Euler y Gauss.

Cauchy verificó la existencia de funciones elípticas recurrentes y dio el primer impulso a la teoría general de funciones. También perfeccionó el método de integración de las ecuaciones diferenciales de primer grado. En el campo de la física se interesó por la propagación de la luz y la teoría de la elasticidad.

Con veintisiete años ya era uno de los matemáticos de mayor prestigio y empezó a trabajar en las funciones de variable compleja, publicando las 300 páginas de esa investigación once años después. En esta época publicó sus trabajos sobre límites, continuidad y sobre la convergencia de las series infinitas. En 1830 se exilió en Turín, donde trabajó como profesor de física matemática hasta que regresó a París (1838). Pasó el resto de su vida enseñando en La Sorbona.

Publicó un total de 789 trabajos, entre los que se encuentran el concepto de límite, los criterios de convergencia las fórmulas y los teoremas de integración y las ecuaciones diferenciales de Cauchy-Riemann. Su extensa obra introdujo y consolidó el concepto fundamental de rigor matemático.

LEONHARD EULER

(1707 - 1783)



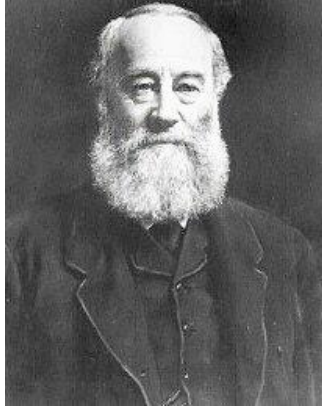
Matemático suizo, cuyos trabajos más importantes se centraron en el campo de las matemáticas puras, campo de estudio que ayudó a fundar. Estudió en la Universidad de Basilea con el matemático suizo Johann Bernoulli, licenciándose a los 16 años. En 1727, por invitación de la emperatriz de Rusia Catalina I, fue miembro del profesorado de la Academia de Ciencias de San Petersburgo. Fue nombrado catedrático de física en 1730 y de matemáticas en 1733. En 1741 fue profesor de matemáticas en la Academia de Ciencias de Berlín a petición del rey de Prusia, Federico el Grande. Euler regresó a San Petersburgo en 1766, donde permaneció hasta su muerte. Aunque obstaculizado por una pérdida parcial de visión antes de cumplir 30 años y por una ceguera casi total al final de su vida, Euler produjo numerosas obras matemáticas importantes, así como reseñas matemáticas y científicas.

En su Introducción al análisis de los infinitos (1748), Euler realizó el primer tratamiento analítico completo del álgebra, la teoría de ecuaciones, la trigonometría y la geometría analítica. En esta obra trató el desarrollo de series de funciones y formuló la regla por la que sólo las series convergentes infinitas pueden ser evaluadas adecuadamente. También abordó las superficies tridimensionales y demostró que las secciones cónicas se representan mediante la ecuación general de segundo grado en dos dimensiones. Otras obras trataban del cálculo (incluido el cálculo de variaciones), la teoría de números, números imaginarios y álgebra determinada e indeterminada. Euler, aunque principalmente era matemático, realizó también aportaciones a la

astronomía, la mecánica, la óptica y la acústica. Entre sus obras se encuentran Instituciones del cálculo diferencial (1755), Instituciones del cálculo integral (1768 - 1770) e Introducción al álgebra (1770).

JAMES PRESCOTT JOULE

(1818 - 1889)



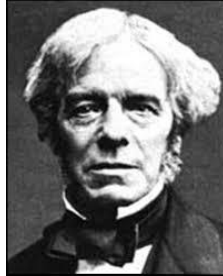
Físico británico. Uno de los más notables físicos de su época, es conocido sobre todo por su investigación en electricidad y termodinámica. En el transcurso de sus investigaciones sobre el calor desprendido en un circuito eléctrico, formuló la ley actualmente conocida como ley de Joule que establece que la cantidad de calor producida en un conductor por el paso de una corriente eléctrica cada segundo, es proporcional a la resistencia del conductor y al cuadrado de la intensidad de corriente. Joule verificó experimentalmente la ley de la conservación de energía en su estudio de la conversión de energía mecánica en energía térmica.

Utilizando muchos métodos independientes, Joule determinó la relación numérica entre la energía térmica y la mecánica, o el equivalente mecánico del calor. La unidad de energía denominada julio se llama así en su honor; equivale a 1 vatio - segundo. Junto con su compatriota, el físico William Thomson (posteriormente lord Kelvin), Joule descubrió que la temperatura de un gas desciende cuando se expande sin realizar ningún trabajo. Este fenómeno, que se conoce como efecto Joule - Thomson, sirve de base a la refrigeración normal y a los sistemas de aire acondicionado.

Joule recibió muchos honores de universidades y sociedades científicas de todo el mundo. Sus Escritos científicos (2 volúmenes) se publicaron en 1885 y 1887 respectivamente.

MICHAEL FARADAY

(1791-1867)



(Newington, 1791-Londres, 1867) Tercer hijo de James Faraday, un herrero, y de Margaret Hastwell, la hija de un granjero. Michael no llegó ciertamente a un hogar con ambiente cultural, como la mayoría de los físicos célebres de nuestra ya creciente galería. Ya en 1804 ya erraba por las calles en busca de ganarse alguna moneda con algún mandado. Si bien su familia no pudo darle riqueza, le dio una gran moral y formación valórica cristiana sobre la cual se apoyó toda su vida. En efecto, eran fieles seguidores de una rama de la iglesia protestante escocesa conocida como “thesandemanians”. En 1805 George Riebau lo contrata para labores menores en tu tienda de libros en la calle Blandford. Pronto Faraday será aprendiz de encuadernador y más tarde pasará sus días, de largos 7 años, encuadernando libros ajenos. Sin embargo, una vez concluida su jornada de trabajo, leía los libros de la tienda y dibujaba sus ilustraciones, habilidad esta última que habría de servirle más adelante. En 1812, cuando uno de los clientes de la tienda le regaló entradas para asistir a las 4 últimas conferencias que el químico Humphry Davy ofrecía en Institución Real. Faraday no sólo asistió sino que tomó cuidadosas notas que después elaboró de manera prolija y se las presentó a Davy solicitándole un puesto de trabajo en su laboratorio. Esto no fue posible hasta comienzos del próximo año, cuando dos empleados de la Institución Real sostuvieron una riña a golpes lo que terminó con la expulsión del ayudante químico. Davy se acordó del joven Faraday y le ofreció el puesto a partir del 1 de marzo de 1813, lo que Faraday aceptó gustoso. En mayo de 1821 fue designado Superintendente en la Institución Real. En junio se caso con Sara, miembro de su misma iglesia en Londres. En Julio hizo su confesión de fe en esta misma iglesia. En septiembre

llevó a cabo varios experimentos que culminaron en el descubrimiento de la rotación electromagnética, principio básico del motor eléctrico. Esto fue ciertamente inspirado por los trabajos de Oersted, el gran físico danés de la época. Sin embargo cuando se le consultó a Faraday por las publicaciones de Oersted y las teorías allí contenidas, respondió con su proverbial sinceridad: "Tengo muy poco que decir acerca de la teoría del Sr. Oersted, porque debo confesar que no la entiendo". En verdad Faraday es considerado casi un analfabeto en matemática y su celebridad viene de un don especial que le permitía intuir el comportamiento de la naturaleza. Sus trabajos en física fueron suspendidos durante 10 años en los cuales estuvo involucrado en progresos en química básica y aplicada (mejorar la iluminación de los faros de navegación por ejemplo). Pero cuando recomenzaron, sus trabajos condujeron a los mayores éxitos de la física de la época. En agosto de 1831 descubrió la inducción electromagnética y con ello los principios conducentes al transformador y al generador eléctrico. Con el tiempo vendrá la red eléctrica y toda la revolución social e industrial que este descubrimiento significó. Más adelante incursionará en la relación entre la óptica y el electromagnetismo, descubriendo lo que hoy conocemos como rotación de Faraday. El magnetismo le fascinará en sus últimos años activos, por lo que no extraña que descubriera el diamagnetismo. Michael Faraday falleció el 25 de agosto de 1867 y fue sepultado en el mausoleo de la iglesia sandemiana en el HighgateCemetery de Londres.

HEINRICH RUDOLPH

(1857-1894)



Físico alemán, nació en Hamburgo, el 22 de febrero de 1857. Hijo de un prominente abogado y legislador, desde joven demostró poseer aptitudes para la técnica construyendo diferentes tipos de instrumentos en un taller doméstico. De joven abandonó los estudios universitarios de ingeniería en la Universidad de Munich para dedicarse al estudio de la física en la Universidad de Berlín, bajo la tutela de Hermann von Helmholtz, uno de los más afamados físicos de la época, con el que comenzó a trabajar después en 1880, como asistente, en el Instituto de Física de Berlín. En 1883 se dedicó a impartir conferencias de física teórica en la Universidad de Kiel y dos años más tarde pasó a desempeñar funciones de profesor de física en el Politécnico de Karlsruhe. En 1886 contrajo nupcias con la hija de un profesor de esa propia institución, con la que tuvo dos hijas. En 1883 Hertz comenzó a interesarse en los estudios realizados diez años antes por el científico escocés James Clerk Maxwell acerca del electromagnetismo.

Por su parte Hertz, por medio de un oscilador elemental que él mismo había construido y apoyado en las investigaciones que realizaba en el laboratorio de Karlsruhe, pudo demostrar en la práctica que las predicciones de Maxwell eran ciertas y que las ondas electromagnéticas no sólo se propagaban a través del espacio, sino que poseían también propiedades de reflexión, difracción, refracción, polarización e interferencia. Incluso llegó a comprobar que se propagaban a la misma velocidad de la luz, es decir, a 300 mil kilómetros por segundo, descubriendo que tanto la luz como el calor constituían, igualmente, radiaciones electromagnéticas. Sin embargo, Hertz no llegó a imaginar en ningún momento la importancia que tendría en el futuro el resultado de sus

investigaciones para las transmisiones inalámbricas, pues en ese momento no le encontró aplicación práctica a su descubrimiento. Otro de sus descubrimientos fue el efecto fotoeléctrico. En 1888 Hertz había descrito en una revista tecnológica de temas relacionados con la electricidad, la forma en que había generado ondas electromagnéticas en su oscilador. Por aquel entonces un físico italiano muy joven llamado Guglielmo Marconi leyó su artículo y se preguntó si se podría emplear el oscilador de Hertz y las ondas electromagnéticas para transmitir señales telegráficas inalámbricas.

Heinrich Rudolph Hertz murió enfermo, a la edad de 37 años, en la ciudad de Bonn, el primero de enero de 1894.

En honor a HeindrichRudolph Hertz, en 1933 se tomó internacionalmente el acuerdo de denominar oficialmente "hertz" (Hz) a la unidad de medida de la frecuencia de las ondas hertzianas, radiofrecuencia o altas frecuencias empleadas en las transmisiones inalámbricas.

CHRISTIAAN HUGENS

(1629-1695)



Astrónomo, matemático y físico holandés nacido en La Haya. Sus numerosos y originales descubrimientos científicos le valieron un amplio reconocimiento entre los científicos del siglo XVII. Entre sus descubrimientos destaca el principio (posteriormente llamado principio de Huygens) que establece que todo punto de un frente de ondas que avanza, actúa como una fuente de nuevas ondas (véase Óptica). A partir de este principio, Huygens desarrolló la teoría ondulatoria de la luz. En 1655 encontró un nuevo método para pulir las lentes, con lo que obtuvo una imagen más nítida que le permitió descubrir un satélite de Saturno y dar la primera descripción precisa de los anillos de este planeta. La necesidad de una medida exacta del tiempo en la observación del cielo le llevó a utilizar el péndulo para regular el movimiento de los relojes. En 1656 inventó un ocular de telescopio que lleva su nombre. En su obra *Horologiumoscillatorium* (1673) determinó que realmente existe una relación entre la longitud de un péndulo y el periodo de oscilación, y desarrolló varias teorías sobre la fuerza centrífuga en los movimientos circulares que ayudaron al físico inglés Isaac Newton a formular las leyes de la gravedad. En 1678 descubrió la polarización de la luz mediante la doble refracción en la calcita.

JOHANNES KEPLER

(1571-1628)



Johannes Kepler Nació el 27 de Diciembre de 1571 en Leonberg, (Ahora Alemania). Desde 1574 hasta 1576 vivió con sus abuelos; en 1576 con su familia fue a vivir a Leonberg en donde comenzó a estudiar el colegio latino. En 1584 ingresó al seminario protestante de Adelberg y en 1589 comenzó su educación universitaria en teología en La Universidad Protestante de Tübingen. En 1594 comenzó a trabajar como profesor de matemáticas en Graz (Austria). En esta ciudad permaneció hasta 1600. Durante 6 años enseñó aritmética, geometría y retórica. Sus tiempos libres los dedicaba al estudio de la Astronomía. En 1597 Kepler contrajo matrimonio con Barbara Müller y en este mismo año publicó su primer trabajo importante, *TheCosmographicMystery*, en el cual el proponía que la distancia entre los planetas y el Sol en el sistema Copernicano estaban determinadas por cinco sólidos regulares. En la órbita de Saturno inscribió un cubo; en ese cubo insertó otra esfera, Júpiter, al que le adjudicó el tetraedro y luego sobre este inscribió la esfera de Marte: El dodecaedro, este cabía perfectamente entre Marte y la Tierra; el icosaedro entre la Tierra y Venus, y entre este y Mercurio puso el octaedro. Kepler trabajó como asistente de Tycho quien murió en el año de 1601, siendo nombrado como su sucesor en el cargo de matemático imperial, puesto que ocupó hasta 1612. En Praga Kepler publicó importantes trabajos como *Astronomía pars Óptica* en 1604, *De Stella Nova* en 1606 y *Astronomía Nova* en 1609 en donde se encontraban las primeras dos de sus tres leyes. En 1610 Kepler publicó *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* alrededor de las observaciones de Galileo y al siguiente año cuando consiguió su primer telescopio y publicó sus observaciones sobre los satélites galileanos con el título *Narratio de*

Observatis Quatuor Jovis Satellitibus. En Linz Kepler publicó un trabajo sobre la cronología y el año del nacimiento de Jesucristo primero en alemán (1613) y más ampliamente en Latín (1614): *De Vero Anno quo Aeternus Dei Filius Humanam Naturam in Utero Benedictae Virginis Mariae Assumpsit*. En este trabajo Kepler demostró que el calendario cristiano tenía un error y que Jesús había nacido en el año 4 a.C. una conclusión que ahora es universalmente aceptada. Entre 1617 y 1621 Kepler publicó *Epitome Astronomiae Copernicanae* que se convirtió en la mayor influencia para el soporte de la astronomía heliocéntrica, en 1619 publicó *Harmonice Mundi* en donde propuso su tercera ley. En 1615-16 la inquisición acusó a la madre de Kepler por prácticas de brujería, Kepler se dio a la tarea de defenderla por 6 años hasta obtener su liberación. En 1618 comienza la guerra de los 30 años por lo cual tuvo que abandonar la región, durante este periodo escribió, basado en las observaciones de Brahe las *Tabulae Rudolphinae* las cuales se utilizaron para calcular la posición de los planetas y resolver problemas de óptica. 'El y su familia dejaron Linz in 1628 desplazándose hacia a Sagan muriendo en Ratisbona cuando iba en el viaje.

ROBERT HOOKE

(1635 -1703)



Robert Hooke nació el 18 de julio de 1635 en Freshwater Inglaterra. No existen retratos suyos. En 1653 se trasladó a Oxford en donde conoció a Boyle, trabajando con él ayudó a construir la bomba de aire. En 1660 describió sus leyes de la elasticidad. Trabajó en óptica describiendo la difracción de la luz y movimiento armónico simple.

En 1665 publicó su libro llamado *Micrographia* en el cual se encontraban hermosas imágenes de objetos que había estudiado a través de su microscopio, además de otros descubrimientos biológicos. Fue el primero en utilizar la palabra célula al describir los orificios observados en el corcho con el microscopio (Cellula - celdilla)

Hooke inventó un péndulo crónico y fue la primera persona en construir un telescopio reflector gregoriano. Realizó importantes observaciones astronómicas incluyendo la rotación de Júpiter y dibujos de Marte que fueron posteriormente usados para determinar su periodo de rotación. En 1666 propuso que la gravedad podía ser medida utilizando un péndulo.

En 1672 intentó probar que la tierra se mueve en una elipse alrededor del Sol y seis años después propuso la ley inversa del cuadrado de la gravitación para explicar los movimientos planetarios, hipótesis que le comentó a Newton en carta del año 1679.

"...of compounding the celestiall motions of the planetts of a direct motion by the tangent (inertial motion) and an attractive motion towards the centrall body ...

my supposition is that the Attraction always is in a duplicate proportion to the Distance from the Center Reciprocall...

Hooke no pudo comprobar matemáticamente sus conjeturas. Sin embargo tuvo un enfrentamiento fuerte con Newton por la autoría de la ley inversa del cuadrado, este último en retaliación retiró toda referencia a Hooke de sus *Principia*.

Murió el 3 de marzo de 1703 en Londres.

James Clerk Maxwell

(1831-1879)



Físico británico. Nació en el seno de una familia escocesa de la clase media, hijo único de un abogado de Edimburgo. Tras la temprana muerte de su madre a causa de un cáncer abdominal -la misma dolencia que pondría fin a su vida, recibió la educación básica en la EdimburgAcademy, bajo la tutela de su tía Jane Cay.

Con tan sólo dieciséis años ingresó en la Universidad de Edimburgo, y en 1850 pasó a la Universidad de Cambridge, donde deslumbró a todos con su extraordinaria capacidad para resolver problemas relacionados con la física. En 1856, fue nombrado profesor de filosofía natural en el MarischalCollege de Aberdeen. En 1860, tras abandonar la recién instituida Universidad de Aberdeen, obtuvo el puesto de profesor de filosofía natural en el King'sCollege de Londres.

En 1871 fue nombrado director del Cavendish Laboratory. Publicó dos artículos, clásicos dentro del estudio del electromagnetismo, y desarrolló una destacable en termodinámica; las relaciones de igualdad entre las distintas derivadas parciales de las funciones termodinámicas, denominadas relaciones de Maxwell, están presentes de ordinario en cualquier libro de texto de la especialidad.

Sin embargo, son sus aportaciones al campo del electromagnetismo las que lo sitúan entre los grandes científicos de la historia. En el prefacio de su obra *Treatise on Electricity and Magnetism* (1873) declaró que su principal tarea consistía en justificar matemáticamente conceptos físicos descritos hasta ese

momento de forma únicamente cualitativa, como las leyes de la inducción electromagnética y de los campos de fuerza, enunciadas por Michael Faraday.

Con este objeto, Maxwell introdujo el concepto de onda electromagnética, que permite una descripción matemática adecuada de la interacción entre electricidad y magnetismo mediante sus célebres ecuaciones que describen y cuantifican los campos de fuerzas. Su teoría sugirió la posibilidad de generar ondas electromagnéticas en el laboratorio, hecho que corroboró Heinrich Hertz en 1887, ocho años después de la muerte de Maxwell, y que posteriormente supuso el inicio de la era de la comunicación rápida a distancia.

Aplicó el análisis estadístico a la interpretación de la teoría cinética de los gases, con la denominada función de distribución de Maxwell-Boltzmann. Justificó las hipótesis de Avogadro y de Ampère; demostró la relación directa entre la viscosidad de un gas y su temperatura absoluta, y enunció la ley de equipartición de la energía. Descubrió la birrefringencia temporal de los cuerpos elásticos translúcidos sometidos a tensiones mecánicas y elaboró una teoría satisfactoria sobre la percepción cromática, desarrollando los fundamentos de la fotografía tricolor.

John Dalton

(1766-1844)



(Eaglesfield, Gran Bretaña, 1766 - Manchester, 1844) Químico y físico británico al que se debe la primera formulación moderna de la teoría atómica. Pese a recibir una educación precaria a causa de las penurias económicas, una inagotable curiosidad y afán de conocimientos le permitió completar su formación y obtener cierto prestigio con sus primeros trabajos científicos, que versaron sobre los gases y sobre una enfermedad visual que padeció, posteriormente llamada daltonismo.

Reconocido ya como científico y con una sólida posición académica, Dalton descubrió la llamada *ley de las proporciones múltiples*, que rige el peso de los elementos que intervienen en una reacción química, y propuso como interpretación de la misma toda una teoría sobre la constitución de la materia que retomaba el atomismo griego: es el llamado modelo atómico de Dalton, que, vigente a lo largo de todo el siglo XIX, posibilitaría importantes avances científicos.

ROBERT BOYLE

(1627 - 1691)



Científico británico, uno de los primeros defensores de los métodos científicos y uno de los fundadores de la química moderna.

Estudió en Ginebra. Se estableció en Inglaterra y se dedicó a la investigación científica. Boyle es considerado uno de los fundadores de los métodos científicos modernos porque creyó en la necesidad de la observación objetiva y de los experimentos verificables en los laboratorios, al realizar los estudios científicos.

Boyle fue el primer químico que aisló un gas. Perfeccionó la bomba de aire y sus estudios le condujeron a formular, independientemente de su colega francés Edme Mariotte, la ley de física conocida hoy como "ley de Boyle - Mariotte". Esta ley establece que a una temperatura constante, la presión y el volumen de un gas son inversamente proporcionales. En el campo de la química, Boyle observó que el aire se consume en el proceso de combustión y que los metales ganan peso cuando se oxidan. Reconoció la diferencia entre un compuesto y una mezcla, y formuló su teoría atómica de la materia basándose en sus experimentos de laboratorio. En su obra *El químico escéptico* (1661), Boyle atacó la teoría propuesta por el filósofo y científico griego Aristóteles (384 - 322 a.C.) según la cual la materia está compuesta por cuatro elementos: tierra, aire, fuego y agua. Propuso que partículas diminutas de materia primaria se combinan de diversas maneras para formar lo que él llamó corpúsculos, y que todos los fenómenos observables son el resultado del

movimiento y estructura de los corpúsculos. Boyle fue también el primero en verificar las diferencias entre ácidos, bases y sales. Entre sus obras están Origen de formas y características según la filosofía corpuscular (1666) y Discurso de las cosas más allá de la razón (1681). Boyle fue uno de los miembros fundadores de la Sociedad Real de Londres.

WERNHER VON BRAUN

(1912 - 1977)



Ingeniero alemán, conocido por el desarrollo del cohete con combustible líquido. Recibió el título de doctor en filosofía por la Universidad de Berlín en 1934. Von Braun comenzó los experimentos con cohetes en su juventud. Desde 1937 hasta 1945 fue director del centro de investigación de cohetes alemán en Peenemünde, junto al mar Báltico, encargado de construir el cohete con combustible líquido de gran alcance V - 2, utilizado para el bombardeo de Inglaterra durante la II Guerra Mundial. En 1945 llegó a Estados Unidos como consejero técnico del programa de cohetes de Estados Unidos en el White Sands Proving Grounds de Nuevo México. En 1950 fue enviado a Huntsville, Alabama, donde durante diez años dirigió el programa de misiles Redstone. Von Braun adoptó la nacionalidad estadounidense en 1955. En 1960 dirigió las operaciones de desarrollo técnico del centro de vuelos espaciales George C. Marshall (NASA) en Huntsville. Fue el responsable de la construcción del vehículo de lanzamiento Saturno V que se utilizó, junto con la nave espacial Apolo, en el programa de alunizaje tripulado.

ÉMILE CLAPEYRON

(1799 - 1864)



Ingeniero y físico francés considerado uno de los fundadores de la termodinámica.

Estudió en la Escuela Politécnica y la Escuela de Minas antes de marchar a San Petersburgo en 1820 para enseñar en la Escuela de Caminos y Comunicaciones. Sólo volvió a París después de la revolución que tuvo lugar en Francia en 1830. Allí emprendió la construcción de la primera línea férrea que unió París con Versalles y Saint - Germain.

En 1834 aportó su primera contribución a la creación de la termodinámica moderna, al publicar una memoria titulada *Forcemotrice de la chaleur* (Fuerza motriz del calor), en la que desarrollaba la obra del físico Sadi Carnot, fallecido dos años antes. En esa memoria, Clapeyron exponía en particular la representación gráfica del teorema de Carnot, que afirma que el rendimiento de una máquina térmica es máximo cuando la máquina funciona de forma reversible.

Clapeyron definió el concepto de transformación reversible en 1843. Esto le permitió escribir el principio de Carnot (correspondiente al segundo principio de la termodinámica) en forma de desigualdad, haciéndolo más utilizable en la práctica. Estableció la llamada fórmula de Clapeyron para hallar el calor latente de un cuerpo puro. Clapeyron también destacó por muchos otros trabajos relativos a la ecuación de los gases perfectos, el equilibrio de los sólidos homogéneos o el cálculo de los esfuerzos en vigas.

En 1858 fue elegido miembro de la Academia de Ciencias Francesa.

RUDOLF EMMANUEL CLAUSIUS

(1822 - 1888)



Físico matemático alemán, uno de los fundadores de la termodinámica. Estudió en las universidades de Berlín y Halle. Desde 1855 hasta su muerte fue sucesivamente profesor en el Instituto Politécnico de Zurich y en las universidades de Würzburg y Bonn. Clausius fue el primero en enunciar la denominada segunda ley de la termodinámica (1850): el calor no puede pasar por sí mismo de un cuerpo más frío a un cuerpo más caliente. Fue uno de los primeros que aplicó las leyes de la termodinámica, especialmente el concepto de entropía, a la teoría de la máquina de vapor. También tuvo un papel importante en el desarrollo de la teoría cinética de los gases. Su teoría de la electrólisis se adelantó en parte a la teoría iónica del químico sueco Svante Arrhenius.

CHRISTIAN DOPPLER

(1803 - 1853)



Físico y matemático austriaco. Nació el 29 de noviembre de 1803 en Salzburgo. Estudió en dicha ciudad y posteriormente en Viena. Fue profesor en el Instituto técnico de Praga (Checoslovaquia) y en el Instituto politécnico de Viena, y ocupó el cargo de director del Instituto de Física de la Universidad de Viena en 1850. Describió el fenómeno físico que se conoce hoy como efecto Doppler en su artículo monográfico sobre los colores de la luz de las estrellas dobles, *Acerca de la luz coloreada de las estrellas dobles* (1842). Demostró que la frecuencia de un sonido sería diferente si la fuente del sonido se movía. Para demostrar la influencia sobre el movimiento de las ondas luminosas y acústicas del medio por el que se propagan, estudió detalladamente la propagación de las mismas en el éter, el aire y el agua. Inventó diversos instrumentos, entre ellos el diastimómetro óptico y la sirena para la determinación de las presiones de los vapores o del aire comprimido. Christian Doppler falleció en Venecia el 17 de marzo de 1853.

EDMUND HALLEY

(1656 - 1742)



Astrónomo británico, el primero en calcular la órbita de un cometa. Estudió en la Universidad de Oxford. Halley se interesó por las teorías de Isaac Newton y le animó para que escribiera los Principios, que Halley publicó en 1687 haciendo frente a los gastos. Fue nombrado astrónomo real en 1721 y durante 18 años realizó un estudio sobre la revolución completa de la Luna a través de sus nodos ascendente y descendente.

El tratado científico más importante de Halley fue la *Synopsis astronomiae cometicae*, iniciado en 1682 y publicado en 1705. En esta obra, Halley aplicó las leyes de Newton a todos los datos disponibles sobre los cometas y demostró matemáticamente que éstos giran en órbitas elípticas alrededor del Sol. Su acertada predicción del regreso de un cometa en 1758 (hoy conocido como cometa Halley) refrendó su teoría de que los cometas son cuerpos celestes que forman parte del Sistema Solar

HEINRICH FRIEDRICH EMIL LENZ

(1804 - 1865)



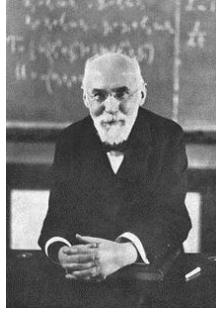
Físico ruso que investigó los efectos de la inducción eléctrica y de la dependencia de la resistencia al paso de la corriente eléctrica con la temperatura.

Se le debe la formulación de la ley de Lenz que permite una descripción general de los fenómenos de autoinducción: el campo creado por la fuerza electromotriz derivada de un circuito es tal que tiende a oponerse a la causa que lo produce.

En 1833 publica los resultados de sus investigaciones acerca de la dependencia de la resistencia eléctrica con la temperatura: La resistencia de un conductor aumenta al aumentar la temperatura

Hendrik Antón Lorentz

(1853 - 1928)



(Arnhem, 1853 - Haarlem, 1928) Físico holandés. Estudió en la Universidad de Leyden. En 1875 publicó en holandés un primer trabajo sobre la reflexión y la refracción de la luz en los metales y otras investigaciones suyas de física teórica, aparecidas en *Archives Néerlandaises*. Tales estudios le valieron en 1878 la cátedra de física matemática de la mencionada universidad.

Hendrik Lorentz descubrió que si en lugar de las transformaciones de Galileo se utilizan otras especiales (llamadas luego por Einstein, en su honor, "transformaciones de Lorentz"), las ecuaciones de Maxwell referentes a la propagación de la luz resultan invariables, con lo que no debe acudir al éter como sistema de referencia. Sin embargo, las transformaciones de Lorentz hacen variables las ecuaciones de la mecánica, lo cual parecía entonces absurdo. Einstein, empero, demostró que tales transformaciones pueden aplicarse también a estas ecuaciones; ello contribuyó a la formulación de la teoría especial de la relatividad. Hasta cierto punto, pues, cabe considerar precursor de ésta a Lorentz.

En su teoría, la materia aparece como un complejo de átomos formados por electrones negativos (poco después, en efecto, se afirmó que el átomo está integrado por electrones de tal signo que recorren órbitas elípticas en torno al núcleo). Con ello Lorentz, invertía la teoría de Thomson: para éste, la electricidad se explica mediante la materia; Lorentz, en cambio, fundamenta en aquélla la explicación de ésta. En 1895 publicó *Ensayo de una teoría sobre los fenómenos eléctricos y ópticos en los cuerpos en movimiento*, texto que señala

una etapa importante en las investigaciones del gran científico sobre la electricidad y la óptica. Los resultados de tales estudios le valieron en 1902 el Premio Nobel, que se le concedió al mismo tiempo que a Zeeman, por haber previsto el fenómeno que éste comprobó experimentalmente y que, a causa de ello, fue denominado "efecto Zeeman".

Recibió además otros galardones y honores, y vio instituida para él la Fundación Lorentz, destinada a promover las investigaciones de física teórica. En 1907 publicó en Leipzig diversas memorias reunidas bajo el título *Ensayos de física teórica (Abhandlungen über theoretische Physik)*. En 1909 apareció su famoso libro *Teoría de los electrones (Theory of electrons)*.

En 1919 y 1920 Lorentz dio a la luz los cinco volúmenes en los cuales figuran sus lecciones de física teórica de la Universidad de Leyden. Durante el período 1883-1922 publicó, además, un tratado de análisis matemático y *Fundamentos de ciencias naturales*. En 1923 fue nombrado director de las investigaciones del Instituto Teyler, en Haarlem, ciudad en la cual falleció cinco años después. Lorentz era una persona modesta y afable; poseía el don de la claridad, y hablaba corrientemente el inglés, el francés y el alemán.

EDME MARIOTTE

(1620 - 1684)



Físico francés que descubrió, independientemente de su colega británico Robert Boyle, la ley de compresibilidad de los gases, conocida como ley de Boyle - Mariotte; fue uno de los pioneros de la física experimental en Francia.

En 1660 emprendió investigaciones sobre las deformaciones elásticas de los sólidos y enunció una ley al respecto. En su tratado *De la naturaleza del aire* (1676) formuló la ley de compresibilidad de los gases: "a temperatura constante, el volumen de un gas varía en razón inversa a su presión". Mariotte también realizó estudios sobre óptica, hidrodinámica y mecánica de fluidos, y fue autor de numerosos escritos sobre la visión, los colores, las previsiones meteorológicas, los movimientos de los fluidos o los choques entre cuerpos. En 1666 fue nombrado miembro de la Academia de Ciencias francesa.

GEORG SIMON OHM

(1787 - 1854)



(Erlangen, actual Alemania, 1789-Munich, 1854) Físico alemán. Descubridor de la ley de la electricidad que lleva su nombre, según la cual la intensidad de una corriente a través de un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre los extremos del conductor e inversamente proporcional a la resistencia que éste opone al paso de la corriente.

Hijo de un herrero, alternó en los años de adolescencia el trabajo con los estudios, en los que demostró preferencia por los de carácter científico. En 1803 empezó a asistir a la Universidad de Erlangen, donde hizo rápidos progresos. Primero enseñó como maestro en Bamberg; pero en 1817 fue nombrado profesor de Matemáticas y Física en el instituto de Colonia.

Dedicado desde el principio a los estudios de galvanoelectricidad, en 1827 publicó aspectos más detallados de su ley en un artículo titulado *Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet* (El circuito galvánico investigado matemáticamente), que, paradójicamente, recibió una acogida tan fría que lo impulsó a presentar la renuncia a su cargo en el colegio jesuita. Finalmente, en 1833 aceptó una plaza en la Escuela Politécnica de Nuremberg.

Posteriormente su labor comenzó a ser justamente valorada. En 1844, Pouillet resaltaba la importancia de sus intuiciones y al año siguiente Ohm recibía la medalla Copley de la Royal Society de Londres. En 1849 se le confería la cátedra de Física de Munich, donde fue también asesor de la Administración de

telégrafos. En honor a su labor, la unidad de resistencia eléctrica del sistema internacional lleva su nombre (ohmio).

THOMAS THOMSON

(1773 - 1852)



Thomson nació un 18 de Diciembre del año 1856 en Cheetham Hill, Inglaterra; hijo de un librero, Joseph, realizó sus estudios básicos en OwensCollege y luego completó su formación en la Universidad de Manchester y en el Trinity College de Cambridge.

Los experimentos que llevó a cabo en tubos de rayos catódicos son los que lo condujeron casi accidentalmente al descubrimiento de los electrones. Fueron tres los experimentos en los que empleó los tubos de rayos catódicos, en primera instancia, demostró que los campos eléctricos eran capaces de generar la desviación de los mismos y entonces experimentó la desviación a partir del efecto combinado de campos eléctricos y magnéticos, lo que se buscaba era evidenciar la relación existente entre la carga y la masa de las partículas, que se mantenía constante a pesar de la alteración del material del cátodo. Siguiendo los mismos estudios y experimentos, en 1897, Thomson descubriría una nueva partícula, la cual era mil veces más liviana que el hidrógeno, a la mencionada partícula se la denominó como electrón. Su descubrimiento por parte de Thomson lo llevó a este a ser el primer científico en descubrir partículas subatómicas. Mientras tanto, gracias el desarrollo del espectrómetro de masa, realizado a la par de las mencionadas investigaciones, pudo obtener la relación existente entre la carga eléctrica y la masa del electrón.

Otro aporte de Thompson fue el estudio de los rayos positivos, retomando la investigación iniciada por E. Goldstein. Y en 1912 llegaría la buena nueva descubriendo la manera de emplearlos en la separación de átomos que

presentan la misma masa. Lo lograría desviando los rayos positivos en campos eléctricos y magnéticos (espectrometría de masas). A partir de esta técnica descubrió que el neón posee dos isótopos: el neón -20 y el neón -22. Como consecuencia de los enormes avances que supusieron sus investigaciones y descubrimientos, Thomson, logró varios reconocimientos oficiales, entre los que destacan: El Premio Nobel de Física en el año 1906, nombrado Caballero en 1908, nombrado en la Orden del Mérito en 1912 y en 1918 fue designado como rector del Trinity College de Cambridge. Thomson murió el 30 de Agosto del año 1940, siendo enterrado en la Abadía de Westminster, muy cerca de Isaac Newton, otro gran científico que también descansa allí.

Albatenius [Al-Battani]

(858n.e-929n.e)



(Haran, actual Turquía, 858-Samarra, actual Irak, 929) Astrónomo árabe. Continuator de la labor realizada por el astrónomo egipcio Tolomeo, rectificó y perfeccionó el trabajo de éste al utilizar la trigonometría en lugar de los métodos geométricos usados habitualmente por los griegos. Llevó a cabo el cálculo de la inclinación de la eclíptica, es decir, el ángulo entre la órbita de la Tierra y el plano ecuatorial, con un error inferior a medio minuto de arco, y el de los puntos equinocciales con un error de sólo una hora. Sus estudios también versaron sobre el movimiento del Sol, llegando a establecer que el apogeo, el punto de la órbita solar más alejado de la Tierra, no es fijo sino variable. Al-Battani, conocido en Occidente como Albatenius, no fue traducido al latín hasta 1116, y su obra principal no se publicó hasta el año 1537, bajo el título *Del movimiento estelar*.

APOLONIO DE PÉRGAMO

(262.a.n.e-180a.n.e)



(Apolonio de Perga o Perge; 262 a.J.C. - 180 a.J.C.) Matemático griego. Conocido con el sobrenombre de *El Gran Geómetra*, sus extensos trabajos sobre geometría tratan de las secciones cónicas y de las curvas planas y la cuadratura de sus áreas. Acuñó los términos elipse, hipérbola y parábola, que responden a las respectivas propiedades matemáticas de estas tres funciones. También explicó el movimiento de los planetas según la teoría de los epiciclos.

Apolonio vivió largo tiempo en Alejandría, primero como discípulo y más tarde como profesor en la escuela de los sucesores de Euclides, escuela que recibió nuevo impulso del mismo Apolonio. Realizó numerosos viajes y residió también durante algún tiempo en Éfeso y en Pérgamo, a cuyo rey Atalo I (224-197) dedicó el cuarto libro de su tratado sobre las figuras cónicas.

Fue Apolonio quien dio a las secciones del cono las denominaciones todavía en uso: parábola, hipérbola, elipse. Aunque sólo cuatro de los ocho libros de que estaba compuesto hayan llegado a nosotros en la lengua original (poseemos otros tres en idioma árabe), el tratado es tan completo que habían de pasar siglos antes de que pudiera añadirse algo sobre el tema.

Ya antes de Apolonio, las cónicas y sus propiedades eran conocidas por los griegos, según lo atestiguan la obra de Menecmo, *Los lugares sólidos* de Aristeo y muchos pasajes de Euclides y Arquímedes. Apolonio generalizó y extendió las investigaciones. Partiendo de un cono cualquiera, cortándolo con un plano cualquiera, llega a obtener las tres especies de cónicas que antes de

él se consideraban como secciones del cono acutángulo, rectángulo y obtusángulo.

En conjunto, los libros sobre las cónicas pueden considerarse como una introducción a la geometría superior, porque en ellos encontramos nociones modernísimas como son los principios de la teoría de las polares o la generación de una cónica mediante haces de rayos proyectados (teorema de Steiner). La obra de Apolonio, al reexaminarse hace tres siglos, dio origen a un gran desenvolvimiento de la geometría moderna.

Además de este libro, escribió otras obras sobre matemáticas: han llegado a nosotros, en versión árabe, dos libros sobre *Divisiones de las proporciones*, una obra sobre *Tangencias* y dos libros sobre *Lugares planos*. Entre los escritos perdidos se conocen los títulos de una obra sobre *Resolución rápida* y otra sobre espejos ustorios. Después de Arquímedes, Apolonio de Perga es el más profundo y original de todos los matemáticos griegos. Los antiguos le atribuyeron la invención de una forma especial de reloj solar y descubrimientos astronómicos precursores.

BONAVENTURA FRANCESCO CAVALIERI

(1598-1647)



Matemático italiano nacido en Milán y fallecido en Bolonia. Cavalieri fue miembro de una orden religiosa Jesuita en Milán en 1615 cuando aún era muy joven. En 1616 fue transferido a un Monasterio Jesuita en Pisa. Su interés por las matemáticas fue estimulado por los trabajos de Euclides y luego de encontrar a Galileo Galilei, se consideró como un discípulo de este astrónomo. La reunión con Galileo Galilei fue arreglada por el Cardenal Federico Borromeo quién vio claramente el genio en Cavalieri cuando se encontraba en el Monasterio en Milán.

En Pisa, Cavalieri fue educado en matemáticas por Benedetto Castelli, un profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa. Él le enseñó a Cavalierigeometría y este demostraba tanta capacidad que a veces Cavalieri reemplazaba a Castelli en conferencias dadas en la Universidad.

Cavalieri fue nominado para una cátedra de matemáticas en Bologna en 1619 pero no fue muy exitoso debido a que fue considerado muy joven para ese puesto que requería de antigüedad. Cavalieri también fracasó al postular a una cátedra de matemáticas en Pisa cuando Castelli abandonó Roma.

En 1621 Cavalieri llegó a ser diácono y asistente del cardenal Federico Borromeo en el Monasterio de Milán. Allí enseñó teología hasta el 1623 en el que llegó a ser Rector de St. Peter's de Lodi. Después de tres años en Lodi se fue al Monasterio Jesuita en Parma, donde permaneció otros tres años. En 1629 Cavalieri fue nombrado profesor de matemáticas en Bologna pero en ese

tiempo había ya desarrollado un método de lo indivisible, lo cual llegó a ser un factor importante en el desarrollo del cálculo integral.

La teoría de lo indivisible de Cavalieri, presentada en su "Geometría indivisibiliscontinuum nova" de 1635 era un desarrollo del método exhaustivo de Arquímedes incorporado en la teoría infinitesimal y pequeñas cantidades geométricas de Kepler

El método de lo indivisible no estaba rigurosamente completo en las bases de su libro, debido a esto fue duramente criticado. En su réplica Cavalieri mejoró esta publicación en su "Exercitationes geometricae sex", la cual fue la fuente principal de las matemáticas. Cavalieri fue responsable de la mayor parte de la introducción de los logaritmos como una herramienta computacional en Italia, a través de su libro "Directorium Generale Uranometricum". Las tablas de logaritmos que él publicó, incluyeron logaritmos de funciones trigonométricas para el uso de los astrónomos.

CLAUDIO TOLOMEO



(O Ptolomeo; Siglo II) Astrónomo, matemático y geógrafo griego. Es muy poca la información sobre la vida de Tolomeo que ha llegado hasta nuestro tiempo. No se sabe con exactitud dónde nació, aunque se supone que fue en Egipto, ni tampoco dónde falleció.

Su actividad se enmarca entre las fechas de su primera observación, cuya realización asignó al undécimo año del reinado de Adriano (127 d.C.), y de la última, fechada en el 141 d.C. En su catálogo de estrellas, adoptó el primer año del reinado de Antonino Pío (138 a.C.) como fecha de referencia para las coordenadas.

Tolomeo fue el último gran representante de la astronomía griega y, según la tradición, desarrolló su actividad de observador en el templo de Serapis en Canopus, cerca de Alejandría. Su obra principal y más famosa, que influyó en la astronomía árabe y europea hasta el Renacimiento, es la *Sintaxis matemática*, en trece volúmenes, que en griego fue calificada de grande o extensa (megalé) para distinguirla de otra colección de textos astronómicos debidos a diversos autores; Toledo en 1175 hace la primera traducción en árabe y lo titula *Almagesto*.

Utilizando los datos recogidos por sus predecesores, especialmente por Hiparco, Tolomeo construyó un sistema del mundo que representaba con un grado de precisión satisfactoria los movimientos aparentes del Sol, la Luna y los cinco planetas entonces conocidos.

El sistema de Tolomeo proporcionó una interpretación cinemática de los movimientos planetarios que encajó bien con los principios de la cosmología aristotélica, y se mantuvo como único modelo del mundo hasta el Renacimiento, aun cuando la mayor precisión alcanzada en las observaciones astronómicas a finales del período medieval hizo necesaria la introducción de decenas de nuevos epiciclos, con lo cual resultó un sistema excesivamente complicado y farragoso.

Escribió la obra de ocho volúmenes *Geografía* donde se recopilan las técnicas matemáticas para el trazado de mapas. Tolomeo adoptó la estimación hecha por Posidonio de la circunferencia de la Tierra, inferior al valor real, y exageró la extensión del continente euroasiático en dirección este-oeste, circunstancia que alentó a Colón a emprender su viaje del descubrimiento. Escribió también *Óptica* en cinco volúmenes u también *Tetrabiblos*, que presenta las características de otros escritos suyos y que le valió buena parte de la fama de que gozó en la Edad Media.

DIOFANTO DE ALEJANDRÍA

(250n.e-334n.e)



(Siglo III) Matemático griego. Sus escritos contribuyeron de forma notable al perfeccionamiento de la notación algebraica y al desarrollo de los conocimientos del álgebra de su época. Mediante artificios de cálculo supo dar soluciones particulares a numerosos problemas, y estableció las bases para un posterior desarrollo de importantes cuestiones matemáticas. De su obra se conservan varios volúmenes de la *Aritmética* (libro de inspiración colectiva, pero redactado por un solo autor) y fragmentos de *Porismas* y *Números poligonales*.

Nada sabemos acerca de la patria de este matemático griego y muy poco referente a su vida. Perteneció a la escuela alejandrina, nació hacia el 250 y murió a los ochenta y cuatro años. Una dedicatoria suya a cierto Dionisio, que se ha querido identificar con el coetáneo santo del mismo nombre, obispo de París, ha inducido a creerle cristiano.

Por su originalidad y sus aportaciones, Diofanto fue llamado por los historiadores el padre de los algebristas modernos. En una época de decadencia y de pura exégesis, como era el siglo en que vivió, su obra constituye una notabilísima excepción. Generalmente se le atribuye la introducción del cálculo algebraico en las matemáticas. Según parece, inició el empleo sistemático de símbolos para indicar potencias, igualdades o números negativos.

De la obra de Diofanto conservamos los seis primeros libros y un fragmento del séptimo de un tratado titulado *Aritmética*, integrado originariamente por trece.

Los libros conservados contienen un tratado sobre las ecuaciones y sobre sistemas de ecuaciones determinados e indeterminados, en el que se busca, de modo sistemático, la solución en números racionales. Ha llegado también hasta nosotros un texto suyo sobre *Números poligonales*. Los antiguos juzgaban también suyos un libro de *Porismas* y un tratado acerca de las fracciones, *Moriastica*.

Históricamente, la *Aritmética* tuvo máxima importancia, porque ejerció una influencia notabilísima tanto sobre el desarrollo del álgebra entre los árabes (que en el siglo X la tradujeron a su lengua) como sobre la moderna teoría de los números. Traducida al latín en 1571, fue publicada en el texto griego en el siglo XVII por Bachet de Méziriac, quien halló en ella el modo de desarrollar el llamado análisis determinado.

Quizás el tratado numérico de las ecuaciones puede ser considerado en sus orígenes más como un resultado de la ciencia pitagórica que como obra de Diofanto; pero éste, con su superior habilidad en el cálculo, logró dar una colección de problemas resueltos sin recurrir a la representación geométrica constantemente empleada por Euclides, sirviéndose de artificios siempre ingeniosos, aunque la crítica moderna no sea unánime a la hora de justificar su legitimidad.

EUDOXO DE CNIDOS

(400 a.n.e.- 350 a.n.e.)

(Cnidos, actual Turquía, 400 a.C.-id., 350 a.C.) Astrónomo y matemático griego nacido en Cnidos. quizás en el año 408 a. C., aunque otros autores lo trasladan 8 años hasta 400 a. C. o 18 hasta 390 a. C. Probablemente nació en una familia relacionada con la medicina, ya que esos fueron sus primeros estudios, bajo la tutela de Filisto, y ejerció la profesión durante algunos años.² Aprendió también matemáticas de Arquitas. En Atenas acudió a la Academia de Platón y posteriormente, recomendado por el rey Agesilao II al faraón Nectanebo I, estudió astronomía en Heliópolis durante más de un año. Fue el primero en dar una explicación sistemática de los movimientos del Sol, la Luna y los planetas: para ello, construyó un modelo de 27 esferas concéntricas en el que la esfera exterior correspondía a las estrellas como puntos fijos en el cielo y en el centro, la esfera Tierra. Así mismo, dividió la esfera celeste en grados de longitud y latitud. En matemáticas se atribuye a Eudoxo la teoría de la proporción que se encuentra en el libro V de Euclides, además de la elaboración de un método de calcular áreas y volúmenes delimitados por curvas. Fundó en Cícico una escuela de Filosofía, Matemáticas y Astronomía; también enseñó en otras ciudades del Asia Menor. De nuevo en Atenas, sobre el año 368 a. C., volvió a tomar contacto con Platón y figuró como uno de los miembros más brillantes de la Academia. Su relación con Platón es uno de los puntos más comentados de su biografía y la naturaleza de dicha relación no es clara: según Diógenes Laercio, Platón lo recibió hostilmente, celoso de su popularidad; Plutarco afirma que desconfiaba de las ideas matemáticas de Eudoxo. Otras fuentes, no obstante, afirman que la relación fue cordial y Eudoxo siguió las orientaciones de Platón.³ Alrededor del año 350 a. C., Eudoxo retornó a Cnido, donde acababa de instaurarse un régimen democrático y se le encargó redactar la nueva constitución. Filóstrato lo incluye en el Libro I de su obra *Vidas de los Sofistas* en razón del ornato de su lenguaje y su facilidad para la improvisación. Eudoxo murió en su ciudad natal en el año 355 a. C.

François Vieta o Viète

(1540-1603)



(Fontenay-le-Comte, Francia, 1540 - París, 1603) Matemático francés. Fue miembro del Parlamento de Bretaña (1573-1582) y después consejero privado de las cortes de Enrique III y de Enrique IV.

Conocedor de la obra del matemático griego Diofanto de Alejandría y de los recientes estudios del italiano Gerolamo Cardano, François Viète estableció las reglas para la extracción de raíces y dio a la trigonometría su forma definitiva en *Canon mathematicus* (1570). Se dedicó asimismo al estudio de los fundamentos del álgebra, con la publicación, en 1591, de *In artem analyticam isagoge*, en el cual introdujo un sistema de notación que hacía uso de letras en las fórmulas algebraicas. Se ocupó finalmente de diversas cuestiones geométricas, como la trigonometría plana y esférica.

Gérard Desargues

(1591-1661)



GirardDesargues fue un matemático e ingeniero francés que tuvo la fortuna de convivir y trabajar con matemáticos de la talla de Rene Descartes, Etienne Pascal y su hijo Blaise Pascal. Nació en la ciudad de Lyon el 21 de febrero de 1591 y murió en esa misma ciudad en septiembre de 1661.

Desargues fue hijo de una familia muy rica, excesivamente rica. Por ello recibió una excelente educación; tuvo a los mejores maestros de la época, los mejores libros y la posibilidad de dedicarse al estudio sin tenerse que preocupar por trabajar. Desde muy joven se decidió por las matemáticas, en particular por la geometría e inventó una forma nueva de hacerla a la que llamó "geometría proyectiva".

. Fue profesor en París y oficial del cuerpo de ingenieros. Ideó la geometría proyectiva y se interesó vivamente por las aplicaciones de la geometría a la arquitectura y a la ingeniería. El *teorema de Desargues* establece que los puntos de intersección de una recta con una cónica y con los lados opuestos de cualquier cuadrivértice inscrito en ella son homólogos en una misma involución.

Le gustaba mucho viajar y nunca tuvo que privarse de hacerlo. Estuvo, por largos periodos de su vida, en Paris, en donde asistía a las reuniones de los mejores matemáticos de la época, trabajaba y discutía sus investigaciones con ellos.

Si bien, la mayor parte de su trabajo fue teórico, Desargues disfrutaba mucho con las posibles aplicaciones de la geometría. Le gustaba calcular las formas y

los tamaños en los que debían cortarse los bloques de piedra para construir un edificio y le gustaba inventar relojes de sol.

Obtuvo resultados muy importantes en el estudio de "la perspectiva", de hecho uno de los teoremas principales en esa área fue descubierto por él y por supuesto lleva su nombre.

Desargues murió a los 70 años después de haber llevado una vida feliz en la que no le faltó nada.

HERÓN DE ALEJANDRÍA



Físico y matemático griego que vivió en Alejandría en una época no exactamente determinada de los siglos I y II d. de C. Como matemático, aportó modestas contribuciones a la ciencia pura; sin embargo, como cultivador de las ciencias aplicadas fue, en la época tolemaica, el científico más ilustre después de Claudio Tolomeo.

Ha sido difícil determinar cuáles de los numerosos textos llegados hasta nosotros bajo su nombre pertenecen, en realidad, al Herón alejandrino de quien nos habla Pappo; los que hoy se consideran suyos están reunidos en una edición crítica de cinco tomos, en griego o en la versión árabe, y con la traducción alemana (Leipzig, 1899-1914). La mayor parte de sus obras están dedicadas a la física aplicada y a la geometría práctica.

La *Mecánica*, en tres libros, estudia las máquinas simples y la composición de los movimientos. Herón parte de los principios de la mecánica aristotélica y de la ciencia de Arquímedes. Desarrolla la teoría de las cinco máquinas simples: palanca, tornillo, cuña, polea y plano inclinado, deduciéndola del estudio del movimiento de un cuerpo pesado sobre un plano inclinado, y la acompaña de numerosos problemas prácticos. Es notable en el tercero de los tres libros la definición de la hélice cilíndrica y de sus propiedades, que Herón verosíblemente saca de una obra perdida de Apolonio Pergeo, mientras que la teoría de los centros de gravedad, según confesión del propio Herón, está tomada de Arquímedes.

Se sabe que Herón hizo la descripción de numerosísimos aparatos en gran parte movidos por la acción del aire, del agua o del fuego. Algunos de estos

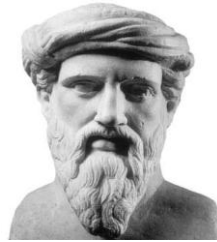
aparatos estaban destinados a suscitar en el vulgo ignorante un sentimiento de reverente estupor durante las funciones del culto: así el dispositivo (por medio de la dilatación del aire) que abría las puertas del templo cuando se encendía el fuego del altar. Entre esta clase de aparatos se encuentran también la célebre "fuente de Herón" y la "eolípila" en la que está contenido el germen de la primera máquina o, mejor dicho, de la primera "turbina" de vapor. Se describen asimismo otros muchos mecanismos, como el odómetro, el distribuidor automático, el molinillo de vapor o máquinas que funcionan con monedas.

El libro *Sobre los autómatas* describe la maquinaria de los teatros y es un interesante documento acerca de la escenografía y la tramoya griegas. La *Dióptrica* habla de un aparato empleado entonces por los topógrafos y astrónomos, análogo al moderno teodolito.

La *Métrica*, por último, es una obra en tres libros donde aparecen tratadas cuestiones de geodesia y de geometría práctica. Se enumeran las diferentes maneras de hallar las áreas de triángulos, cuadriláteros, polígonos regulares de tres a doce lados, círculos y elipses, así como el volumen de cilindros, conos y esferas, con procedimientos rigurosos y cálculos aproximados; se trata también la división de las figuras planas y sólidas en partes relacionadas entre sí y con la figura entera.

En el primer libro de la *Métrica* hallamos la conocida fórmula que permite calcular el área de un triángulo a partir de la longitud de los lados, y un método aproximado para hallar la raíz cuadrada de un número, usado hoy día por los modernos ordenadores. Según Proclo (tal noticia fue confirmada luego por el árabe Anaricio), pertenece a Herón un comentario de orden práctico a los *Elementos* de Euclides, que enriquece el vocabulario geométrico y contiene diversas observaciones, entre ellas una concerniente a la demostración euclidiana del teorema de Pitágoras.

PITAGORAS



La vida de Pitágoras se encuentra envuelta en leyendas. Nació en Jonia, en la isla de Samos, hacia el 572 a.C. y, al parecer, conoció a Anaximandro de Mileto. Se le atribuyen viajes a Egipto y Babilonia. La tiranía de Polícrates le hizo abandonar Samos, trasladándose a Italia y estableciéndose en Crotona. Allí creó una secta filosófico-religiosa, inspirada en el orfismo, cuyos miembros vivían en comunidad de bienes, participando de un conjunto de creencias y saberes que permanecían en secreto para los no iniciados. La influencia ejercida por dicha secta en Crotona fue considerable, al parecer, llegando a suscitar la enemistad del pueblo que se rebeló contra el dominio ejercido por la secta pitagórica y, en el transcurso de esa revuelta popular, puso fuego a sus propiedades y los expulsó de la ciudad. Se dice que Pitágoras se refugió en Metaponto, donde murió poco después, hacia el 496 antes de Cristo. Son pocas las referencias a su obra entre los antiguos, incluidas las de Platón y Aristóteles, pero abundantes a partir de ellos (lo que genera muchas dudas sobre su autenticidad) y en las que se mezcla, además, la leyenda y la realidad, o lo que podría ser tomado como una referencia real a Pitágoras o a los pitagóricos (hoy sabemos, por ejemplo, que la atribución a Pitágoras del descubrimiento del teorema que lleva su nombre no es defendible). Es difícil fijar también qué doctrinas pertenecen a Pitágoras y cuáles pudieron ser desarrolladas por sus discípulos posteriores: Alcmeón o Filolao, por ejemplo. La filosofía de Pitágoras se desarrolla en una doble vertiente: una místico-religiosa y otra matemático-científica. Por lo que respecta a la primera, el eje central está representado por la teoría de la trasmigración de las almas y la consecuente afirmación del parentesco entre todos los seres vivos. Según ella, las almas son entidades inmortales que se ven obligadas a permanecer en

cuerpos reencarnándose sucesivamente pasando de unos a otros durante un periodo de tiempo indeterminado, hasta superar el proceso de reencarnaciones gracias a la purificación (*catarsis*), que culmina en el regreso del alma a su lugar de origen. Para ello, era necesario observar numerosas reglas de purificación, por ejemplo, la abstinencia de la carne, así como diversas normas rituales y morales. Esta teoría será adaptada posteriormente por Platón, constituyendo un elemento importante de su filosofía. Respecto a la vertiente matemático-científica, Pitágoras afirmaba que los números eran el principio (*arjé*) de todas las cosas. No sabemos si se concebían los números como entidades físicas o si, por el contrario, se afirmaba que el principio de la realidad era algo de carácter formal, es decir, no material (una relación, una estructura...). Aristóteles pensaba que la doctrina pitagórica del número se basaba en descubrimientos empíricos; por ejemplo, el hecho de que los intervalos musicales puedan expresarse numéricamente. (De hecho los pitagóricos concedieron una gran importancia al estudio de la música, vista su relación con las matemáticas. Esta relación la pudieron ir ampliando al resto de objetos que constituyen la realidad, descubriendo en el número la razón de todo lo real, lo que llevaría a convertirlo en el "arjé" de los milesios.) Parece, además, que los pitagóricos concibieron los números espacialmente, identificando el punto geométrico con la unidad aritmética. Las unidades tendrían, pues, extensión espacial y podrían ser consideradas, como dice Aristóteles, como el elemento material de las cosas.