

II CONGRESO DE ALUMNOS



ALUMNOS DE DIDACTICA
C. EXPERIMENTALES Y
CIENCIAS SOCIALES



Laura
Javis 93

**ACTAS DEL II CONGRESO DE ALUMNOS DE
LA E.U. DE PROFESORADO.**

ESPECIALIDADES DE CIENCIAS Y CIENCIAS SOCIALES

GALILEO

Dirección: Prof. Carlos Guitián Ayneto

Prof. Emigdia Repetto Jiménez

Depósito Legal : G.C.85-1993

ISBN :84-87801-08-0

Fotocopiado: XEROX 5.200. n° 2408228827
Servicio de Reprografía U.L.P.G.C.

**Edita: Departamento de Didácticas Especiales
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria**

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, 4 DE MARZO 1993

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
GALILEO GALILEI. BIOGRAFÍA	2
ANÁLISIS DE LA OBRA DE GALILEO	6
EL MUNDO OCCIDENTAL EN LA ÉPOCA DE GALILEO	19
LA IGLESIA Y GALILEO	25
CARTAS, SENTENCIAS Y ABJURACIÓN DE GALILEO	41
GALILEO, HOY	66
NICOLÁS COPÉRNICO. TEORIA HELIOCÉNTRICA	85
EL MÉTODO CIENTÍFICO	91
EL PÉNDULO	98
LA CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS	105
LA VISIÓN DE LA ÓPTICA SEGÚN GALILEO	112
GALILEO Y EL SONIDO	124
GALILEO Y ARQUÍMEDES: LA BALANZA HIDROSTÁTICA. LA LEY DEL CUADRADO CUBO	138
ENCUESTA SOBRE LA VIDA Y OBRA DE GALILEO	144
CONCLUSIONES	164

A MANERA DE PROLOGO

Actualmente, no cabe duda de que, la forma más fácil y segura de promover actitudes positivas hacia las ciencias y su enseñanza es la de mejorar el ambiente de aprendizaje y fomentar estrategias didácticas más abiertas y participativas dentro de un contexto bien organizado.

Por otra parte, en los últimos años han surgido diversos procedimientos de enseñanza-aprendizaje tales como: simposium, mesas redondas, seminarios... que presentan unos ambientes novedosos y motivantes...Por ello, pensamos que sería interesante tanto desde el punto de vista científico como didáctico que los alumnos organicen, preparen y lleven a cabo reuniones o foros de discusión sobre un tema concreto. Por similitud por los realizados por los "profesionales del saber", les hemos llamado "Congresos".

Estamos convencidos de la influencia positiva que tiene la Historia de la Ciencia en la formación científica de los discentes y por otra parte, de la ayuda que presta a los alumnos para encontrar la razón de los hechos actuales y la mejor comprensión de los procesos científicos. Igualmente, les permite entender que las verdades actuales no son eternas ni inamovibles, sino construcciones realizadas en un contexto social definido con la utilización de métodos de análisis complicados de los que derivan las nuevas teorías. y por otra parte, también, comprender la importancia que para el futuro profesor del desarrollo de la creatividad y del saber realizar la planificación de su actividad docente. Por ello, elegimos para este II Congreso el tema de **GALILEO**, aprovechando su "actualidad" en este año.

Contemplamos también la posibilidad de un posible tratamiento interdisciplinar del tema y por ello creímos conveniente que participaran tanto los alumnos de tercer curso de la E.U. de Profesorado tanto de la especialidad de Ciencias Sociales (3ºG) como los de Ciencias (3ºA) Las conclusiones de este Congreso han sido encargadas a dos profesores de la E.U. D^a M^a del Carmen Mato Carrodeguas y D Germán Hernández Rodríguez. Finalmente nos gustaría resaltar la ayuda prestada al trabajo realizado sobre el sonido por la también profesora de este Centro D^a J. Argimira Alonso Medina.

Carlos Guitian Ayneto
Emigdia Repetto Jiménez



-----INTRODUCCIÓN-----

Un congreso es la reunión de varias personas agrupadas para deliberar sobre un tema, resolver un litigio o sancionar leyes. En fin, toda suerte de preocupaciones humanas puede ser objeto de un congreso.

Este congreso pretende ser un intercambio de experiencias, información y opiniones entre dos grupos de alumnos de 3º de Magisterio, que han analizado la vida y obra de Galileo basándose en la información proporcionada por una adecuada bibliografía y por profesionales competentes.

Antes de la celebración de un congreso se nombra una comisión organizadora que se encarga de elaborar un programa en base a los intereses, necesidades y problemas de los participantes.

El congreso comienza generalmente por un discurso, en este caso, al haber un gran número de participantes se ha dividido en secciones según los temas que vamos a tratar.

En cada sección se presentan y discuten las ponencias y comunicaciones preparadas por los congresistas.

----- COMISIÓN ORGANIZADORA-----

- Juan Carlos Espina Sánchez.
- Juan Manuel Rodríguez Méndez.
- Luis Carlos Reboso Mendoza.
- Fátima Hadía Valencia.
- Andrea Mª Navarro Ramos.

**Rosa Rodríguez Granada
M^a del Rosario Ramírez Morán
Guillermo Ojeda Ramírez
Leandra Cuba
Ana Quirós León**

GALILEO GALILEI. BIOGRAFIA.

SU JUVENTUD Y EL AMBIENTE DE VIDA Y DE CULTURA.

La familia Galilei desciende de un tal Galileo que procede de la aristocracia que gozó de una holgada posición económica y tuvo el honor de desempeñar cargos públicos, trascendiendo su fama como médico insigne y profesor en el ámbito ciudadano de Florencia.

El padre de Galileo, Vincenzo Galilei, se dedicó al comercio y esto hizo que se estableciera durante algún tiempo en Pisa con su familia, aunque en sus aficiones espirituales tuvo fama como teórico de la música , apareciendo como representante de la nueva tendencia musical que surgió en Florencia hacia mediados del siglo XVI.

En este ambiente se formará el espíritu de Galileo, primogénito de Vincenzo y Giulia Ammamati, nacido en Pisa el 15 de febrero de 1564.

Parece ser que Galileo no recordará nunca con afecto o con nostalgia los años de su infancia debido al carácter fuerte y dominante de su madre y a unas condiciones económicas no demasiado boyantes.

En 1547 se traslada con su familia a Florencia, siendo enviado como novicio al convento de Santa María de Vallaurbrosa, donde aprendió las disciplinas de la enciclopedia escolar de la época que giraban en torno al estudio y ejercicio de la lógica.

Permaneció en el convento hasta los quince años en que regresa a Florencia y prosigue sus estudios, orientados hacia la música y el dibujo y hacia aquellos

otros literario-humanísticos que le dieron una disciplina más estricta. Más adelante, ingresa en la Universidad de Pisa, donde la enseñanza se basaba en el estudio de Galeno, enmarcado en el conocimiento general de la física de Aristóteles.

Por esta época se desarrollan unas nuevas corrientes de investigación en las matemáticas, artes mecánicas, problemas técnicos de la pintura, escultura o música. esta nueva corriente afrontaba la síntesis especulativa tradicional, teniendo a su favor una insospechada universalidad en su aceptación por las esferas de la nueva cultura, una certeza metódica y una sencillez racional incomparable, una fecundidad en la solución de los problemas realmente ilimitada y una validez práctica que le confería un sentido no ya metafísico, sino profundamente humano.

Y este fue el camino de Galileo, guiado no sólo por el carácter de su ingenio, sino también por su actividad y por la esperanza de éxito y de dominio en un mundo en el que las sólidas cadenas de clases y situaciones sólo podían romperse mediante la audacia, la fortuna o la iniciativa personal.

El círculo de amistades intelectuales de Galileo era muy reducido en Pisa pues la cultura estaba dominada por la corriente tradicionalista. Esto hizo que su estancia en esta ciudad no fuera excesivamente feliz, quedando patente en la amargura que se ocultaba bajo la ironía de un capítulo de su obra "*Contro il portar la toga*", escrito en tono jocoso.

Consigue la cátedra en Padua gracias al hermano cardenal de su amigo Del Monte y se traslada a la mencionada ciudad que sería el "adecuado domicilio para su ingenio".

LA VIDA EN PADUA Y LA FORMACION DE LA CONCIENCIA CIENTIFICA.

La fama de Padua, políticamente a la sombra de Venecia, estaba confiada a su Studio (Universidad), fundado el año 1222 y que se había incrementado gracias al cuidado del gobierno veneciano, convirtiéndose en el centro de la cultura para toda Europa central y occidental.

La libertad en Padua tenía una base y un significado concreto dentro de la política veneciana, respetuosa con la religión, pero claramente hostil con las ingerencias del Estdo Vaticano en las funciones y campos de la autoridad política

del Estado Veneciano, entre los cuales estaban incluidos los estudios superiores. Incluso el poder de la Inquisición estaba sometido a la autoridad veneciana, estando prohibida cualquier medida que pudiera tomar contra un ciudadano de la República sin consentimiento de su gobierno.

En este marco, Galileo pronunciaba con gran éxito su lección inaugural, precedido por una bien montada fama doctrinal, cargado de esperanzas y de proyectos, y feliz por el ambiente de trabajo y de estudio encontrado.

Su habilidad docente y agilidad de enseñanza, hizo aumentar rapidamnet su fama y, consiguientemente, el volumen de su auditorio. No sólo tenía un gran número de estudiantes, sino que se rodeó pronto de los más prestigiosos ingenios paduanos amantes de las artes y de las ciencias.

Entre estas amistades venecianas, que sin duda fueron generosas con Galileo, abriendo las puertas de la fama y el bienestar y que le socrieron con sincera simpatía en los momentos difíciles, ninguna fue tan generosa como la de Francisco Sagredo.

LA CONDENA DE LA TEORIA COPERNICANA.

El descubrimiento realizado en noviembre de 1612 de un nuevo aspecto de Saturno, cuyas dos pequeñas estrellas parecían haberse esfumado, le convencieron de que estas variaciones se debían a los cambios de las respectivas situaciones de Saturno y la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol, y de que habría que esperar, de observaciones más exactas, la prueba definitiva que, cual viento apaciguador, barriera las nubes de la ignorancia.

Resultaba que la Tierra no era el centro único de los movimientos celestes, pues Mercurio y Venus giraban alrededor del Sol y alrededor de Jupiter giraban además cuatro satélites.

En los países en los que el protestantismo había triunfado se habían puesto de manifiesto las contradicciones existentes entre la doctrina copernicana y las palabras de la Biblia, pero Roma, en el celo derivado de la Contrarreforma, se mostraba extremadamente conservadora en lo referente a los fundamentos copernicanos. Así, el Concilio de Trento había condenado de forma explícita a quien, confiado en su propia ciencia, "osara contradecir la fé y las costumbres concernientes al fundamento de la doctrina cristiana".

El alarde de virtuosismo que exhibe Galileo al mostrar su teoría, se basa en el acuerdo con los Libros Santos, ya que las palabras de Josué que detuvieron el Sol, se pueden justificar mucho mejor mediante el principio de la dependencia del movimiento de los planetas de la rotación del sol alrededor de su propio eje.

La distinción entre el campo de la ciencia y el campo de la fé, rompía la síntesis escolástica entre filosofía y teología que, fuera cual fuera su valor original, servía ahora para garantizar, frente a las fuerzas renovadoras y disgregadoras, el absoluto dominio de la Iglesia sobre la cultura y sus valores.

Copérnico no había tenido dificultades con la Iglesia, pues su libro no se publicó hasta 1543, año de su muerte, pero cuando Galileo se define por el pensamiento de Copérnico, avalado por sus observaciones telescópicas, cae sobre él la condena eclesiástica. Su discípulo el jesuita Benedetto Castelli le avisa, en 1613, de que cerca de la corte en una cena con el Gran Duque de Toscana, ciertas personas de relevancia eclesiástica habían opinado que sus teorías, basadas en el pensamiento de Copérnico, eran contrarias a las Sagradas Escrituras. Este hecho da pie a que Galileo escriba sus dos famosas *cartas copernicanas*. La primera dirigida a Castelli y la segunda a la Gran Duquesa de Toscana, mujer de gran influencia y muy partidaria del movimiento de la Contrarreforma. En ambas explica las razones que le llevan a subrayar la visión de su antecesor Copérnico y no la de Aristóteles.

Esta es la razón por la cual Galileo se ve atrapado por la pugna entre ciencia y religión y arrastrado por el artificio y la intriga, llegando incluso a tener que renegar exteriormente de sus principios. El 25 de febrero de 1615 la Inquisición inicia sus investigaciones y el Cardenal Belarmino sentenció que la afirmación de su verdad física contradecía la teología y la filosofía escolástica y estaba en desacuerdo con las Sagradas Escrituras.

El proceso dura mucho tiempo y Galileo, se traslada el 3 de diciembre de 1632 a Roma para defenderse de las acusaciones pero el propio Pontífice ratifica la prohibición de abstenerse de enseñar o defender sus planteamientos. Al mismo tiempo se confiscan todos los ejemplares de su libro y se suspende su venta.

Derrotado moralmente y ante la posibilidad de una cruenta condena, Galileo Galilei renuncia a su doctrina, y aunque permanece vivo todavía algunos años, en realidad ha muerto como científico y por añadidura como persona.

**Lidia González Molina
Antonio Godoy Rodríguez
Dolores M^a Gil Saavedra
Mario Jordán**

Análisis de la obra de Galileo

INTRODUCCIÓN.

Durante la primera mitad del siglo XVII se efectuó una transformación científica, que tuvo su campo de batalla más espectacular en el ámbito de la astronomía, al eliminar la concepción geocéntrica del universo, sustituyéndola por el heliocentrismo.

Además de la astronomía, esta "revolución científica" socavó los fundamentos y principios básicos de la física de Aristóteles, cuyo resultado fue la destrucción definitiva de la imagen aristotélica del universo.

ANTECESORES

COPERNICO:

Nicolás Copérnico(1473-1543)nació en Polonia,estudió en Cracovia,se hizo canónigo y se fue a Italia,donde siguió estudiando en las universidades de Bolonia y Padua.

Su obra:"Seis libros sobre las revoluciones de las orbes celestes",se publicó en 1540.

En 1530 habría escrito un resumen de sus ideas principales con el título de Comentariolus.

Un poco más de medio siglo después,esa obra se convertiría en el centro de todas las polémicas científicas y teológicas.

Acostumbrados como estaban los astrónomos a las complicaciones del sistema ptolomérico,difícilmente comprensible como imagen física del universo real,no debería resultar ahora escandaloso que se presentare una nueva hipótesis de una mayor simplicidad y manejabilidad a parte de que incluso perfeccionaba la idea de un orbe cerrado en el que los astros giraban eternamente con movimientos circulares y uniformes dentro de sus esferas.

El mismo Copérnico,al explicar los motivos que le llevaron a inventar su sistema,habla del desbarajuste que era por aquel entonces el sistema ptolomaico,de la falta de acuerdo entre los astrónomos y del sentimiento que él tenía de que la obra del creador no podía estar tan desorganizada.

Por otra parte también otras hipótesis anteriores de filósofos y astrónomos le animaron a lanzar la suya,pero Copérnico no se limitó a lanzar un mera hipótesis matemática puesto que tambaleó la astronomía,la física entera de Aristóteles y,según algunos,incluso la teología y la interpretación de las Sagradas Escrituras.

Las razones son sencillas... "el punto central de la interpretación copernicana era el heliocentrismo".

La tierra, que antes era el centro del universo, quedaba ahora relegada a uno más de los astros que giraba como todos en torno a un Sol inmóvil.

Movimientos de la tierra:

- a) Rotación (diaria).
- b) Traslación (anual).
- c) Cónico (sobre el eje anual).

Una objeción en contra de la idea del heliocentrismo.

El movimiento de rotación de la tierra que postulaba Copérnico tendría que tener consecuencias físicas inaceptables: los cuerpos que se dejaran caer desde lo alto de una torre no llegarían a los pies de ésta, sino que se desplazarán hacia el oeste, y los proyectiles que se lanzaran en esta dirección llegarían más lejos que los que se lanzaran hacia el este. Por otra parte, desde la velocidad de rotación de la superficie de la tierra, ésta se calentaría muchísimo y se desintegraría.

TICHO BRAHE

Ticho Brahe(1546-1601).

Personalmente no aceptó el heliocentrismo de Copérnico.Se inventó un nuevo modelo del universo en el que de alguna forma se combinaban los dos anteriores:

La tierra permanecía en el centro y la luna y el sol giraban en órbitas en torno a la tierra,pero a su vez el resto de los planetas giraban en torno al sol.Su mérito lo podemos encontrar en su preocupación por llevar a cabo una descripción rigurosa de los movimientos aparentes de los astros.

Al mismo tiempo que Galileo realizaba aportaciones apoyado en la teoría copernicana,Johannes Kepler apoyado en las observaciones de Ticho Brahe,tomando como punto de partida el sistema de que utilizaba las distancias de los planetas al Sol,calculadas por Copérnico las órbitas de los planetas quedaban organizadas de tal manera que cada una de ellas quedaba inscrita en un sólido regular sobre el que quedaba circunscrita la órbita del planeta exterior siguiente.

En 1600 se trasladó a Copenhague para entablar contacto con Ticho.Ticho murió al poco tiempo y dejó a Kepler los resultados de toda una vida de trabajo.Pronto se dio cuenta de que el sistema copernicano,tomado al pie de la letra,no estaba de acuerdo con las observaciones de que ahora disponía.Kepler se puso a revisar los distintos sistemas astronómicos para ver cuál encajaba con los fenómenos observados.

De aquí salió lo que hoy llamamos la segunda ley de Kepler. Descubrió, en efecto, que podía establecerse la siguiente ecuación: las áreas barridas por el radio de la órbita de un planeta en intervalos de tiempo iguales, son iguales; un planeta puede recorrer en su órbita excéntricas distancias diferentes en

intervalos de tiempo iguales, según el punto en donde se encontrase, pero siempre se conservaba la igualdad de las áreas barridas por la línea que unía el planeta al Sol. es decir, las diferencias de velocidad se compensaban según una proporción constantes con las diferencias de la distancia al Sol debidas a las excentricidad de la órbita.

Después descubrió que las órbitas no eran estrictamente circulares, como suponía Copérnico. Descubrió que en realidad la trayectoria de Marte (y después, de todos los planetas) se podía representar simplemente por una elipse en uno de cuyos focos se encuentra el Sol. Esto es lo que hoy conocemos como la primera ley de Kepler.

Ambas leyes aparecen formuladas en su *Astronomía Nova* (1609). Con ellas se puede decir que se producía un cambio radical en toda la astronomía. Desaparecían las esferas cristalinas, desaparecía incluso la idea de movimiento circular uniforme y en lugar de ello aparecía un sistema enteramente nuevo con movimientos elípticos y una hermosa relación matemática entre la forma de esos movimientos y su velocidad.

La aceptación generalizada del sistema copernicano tardó muchos años en producirse y se puede decir que fue Galileo quien más contribuyó a ello: en primer lugar proporcionando nuevas observaciones y experiencias que encajaban perfectamente con la teoría copernicana; en segundo lugar y sobre todo, transformando los fundamentos de la mecánica, con lo que se daba una respuesta satisfactoria a las objeciones de tipo físico que se le planteaban al copernicanismo.

Descubrimientos astronómicos:

Galileo fue un copernicano convencido y él fue quien resolvió las dificultades de tipo físico que se planteaban desde la filosofía aristotélica al movimiento de la tierra.

Tenia una mente inquisitiva y una pasión por los artefactos técnicos que le llevaron a realizar por primera vez y dirigir al firmamento un telescopio que él mismo había fabricado inspirándose en las noticias que tenía de que en Holanda se habían hecho instrumentos parecidos a modo de juguetes curiosos. La publicación de Sidereus Nuncius(1610), libro en que relataba los descubrimientos obtenidos con el telescopio.

En 1615 tomó la iniciativa de ir a Roma. Poco después se prohibía la difusión y lectura del libro de Copérnico.

El meollo de la cuestión estaba al parecer en la incompatibilidad del heliocentrismo de Copérnico y Galileo con algunos pasajes de la Biblia(como el milagro de la detención del Sol para que Josué ganara la batalla).

Pero la obra que definitivamente le llevaría a la ruina:Diálogo sobre los dos sistemas máximos del mundo:el ptoloméico y el copernicano.

La revolución conceptual de la mecánica:

Las dos aportaciones fundamentales de Galileo a la mecánica consiste en haber descubierto lo que hoy llamamos el principio de la inercia y al haber descubierto la ley que rige la caída de los graves sobre la superficie de la tierra.

Recuérdese la concepción metafísica del movimiento de Aristóteles como actualización de una potencia que requiere naturalmente una causa(externa o interna)para ser actualizada.Si no fuera por la presencia de tal causa(la tendencia de los graves al caer,la

acción del motor inmóvil en el caso del movimiento de las esferas celestes) los cuerpos todos permanecerían en estado de reposo. En la Edad Media los escolásticos sugirieron varias teorías alternativas a la de Aristóteles. La más importante es la teoría del impetus, de Juan de Buridán.

El impetus era una especie de fuerza o impulso que la causa eficiente inicial imprimía en el móvil y que, una vez allí, era la responsable de que el movimiento continuara. Es una aproximación radical al concepto de inercia. El movimiento que se explicaba por el impetus tenía su origen en una causa exterior, el movimiento inercial de Galileo, el movimiento uniforme y continuo es natural, y es para acelerarlo o detenerlo lo que se refiere una fuerza exterior: el reposo no es sino un caso límite de la aceleración.

Una de las consecuencias más importantes del concepto de inercia en el pensamiento de Galileo es la solución que desde él se descubre para el problema del movimiento de los cuerpos sobre la superficie de la tierra en rotación, problema que era una de las objeciones fundamentales del sistema de Copérnico. La solución de Galileo se conoce hoy como un principio de relatividad galileana. Consecuencias para la astronomía: el movimiento de los cuerpos que se encuentran sobre la tierra no nos permitirá nunca saber si esta se encuentra en reposo o en movimiento, lo que pretendió con esto es la imposibilidad de que los graves cayeran sobre la perpendicular en caso de que la tierra estuviera en rotación. La otra gran contribución de Galileo fue el estudio del movimiento uniformemente acelerado con relación con la caída de los graves: un cuerpo se dice que está uniformemente acelerado cuando, partiendo del reposo, adquiere incrementos iguales de velocidad en iguales intervalos de tiempo y en segundo lugar, demuestra que en un movimiento uniformemente acelerado, la

velocidad va en aumento en proporción directa con el tiempo. La importancia de la ley del movimiento uniformemente acelerado es enorme puesto que justificará la comprobación experimental de las propiedades del movimiento de los cuerpos en caída libre, observándolos en los planos inclinados (en vez de caída vertical).

Los historiadores y filósofos de la ciencia discuten con frecuencia en torno a cuál era el verdadero método científico de Galileo.

El rasgo metodológico fundamental está en relación con el uso de las matemáticas para el conocimiento de fenómenos de la experiencia natural.

Galileo pensaba que la naturaleza era un libro escrito en lenguaje matemático y que era a través de los matemáticos como podíamos descubrir sus secretos.

Los pasos a seguir del método experimental, tal como lo traza Galileo:

- Resolución: a partir de la experiencia sensible, se resuelve o analiza lo dado, dejando solamente las propiedades esenciales.
- Composición: construcción de una hipótesis. De esta hipótesis se deduce una serie de consecuencias pudiendo dar lugar a una:
- Resolución experimental, que sería la puesta a prueba de los efectos deducidos de la hipótesis.

LA OBRA DE GALILEO

*El objetivo fundamental de la obra Galileana:

Toda la obra de Galileo-Galilei (1564-1642) viene marcada por el objetivo fundamental de demostrar que el copernicanismo era verdad, es decir, que el sistema heliocéntrico describe los hechos tal y como se dan en la realidad.

La demostración de la verdad del heliocentrismo la llevó a cabo desde dos ángulos distintos:

-Uno fue el propiamente astronómico que buscó en el estudio de los cielos, pruebas del movimiento de la tierra.

-Otro consistió en poner las bases de una física compatible con las consecuencias que comportaban el movimiento terrestre. Estos dos aspectos no se suceden sino que se intercalan.

*La obra astronómica:

-En 1597, Galileo informó a Kepler que tenía muchas pruebas para demostrar el heliocentrismo, pero no las hizo públicas.

-En 1609, le llegaron noticias de que se había inventado un instrumento "con el cual las cosas lejanas se veían como si estuvieran próximas". Enseguida se dispuso a construir un instrumento parecido, al cual llamó telescopio.

Hizo grandes descubrimientos y en 1610 publicó muchos de estos descubrimientos en un libro titulado Sidereus Nuncius (el mensaje de las estrellas) el cual desencadenó una gran polémica y le acarrearón múltiples burlas y ataques.

En 1616 se produce la primera prohibición formal por parte de la iglesia.

A pesar de esto, Galileo no se dio por vencido y siguió trabajando en sus tesis.

Y en 1633 escribió su obra física más importante: Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias.

*La obra física:

+El doble objetivo de la física galileana:

-Hallar una solución definitiva al gran problema de la física aristotélica: el de los movimientos violentos y la aceleración en la caída de los graves.

-Demostrar que es físicamente posible que la tierra se mueva y que ello está de acuerdo con los hechos observados.

+La base teórica:

Galileo empieza su estudio del movimiento afirmando que lo que importa no es tanto hallar la causa del movimiento sino su esencia, es decir, se trata, en primer lugar, de explicitar en qué consiste cada tipo de movimiento y esto hay que hacerlo hallando la definición de cada uno, definición de tipo matemático que nos debe aclarar en qué proporciones se da tal movimiento y por qué se da precisamente en estas proporciones. Este discurso matemático lo complementa con otro principio que considera básico para la comprensión de las leyes de la naturaleza: el principio de simplicidad según el cual la naturaleza actúa siempre de la manera más sencilla posible.

Guiado por estos principios, Galileo abordó el análisis del movimiento.

Fue durante el periodo que pasó en Padua (1592-1610) cuando se dedicó más intensamente a este estudio, cuyos resultados expuso de modo sistemático en su última obra: discursos y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias.

En ella clarifica el movimiento en: uniforme, uniformemente acelerado y violento o de proyectiles.

+Las bases conceptuales de la nueva Física:

Podemos resumirlos en los siguientes puntos:

-Principio de la relatividad del movimiento:

Desde dentro de un sistema no es posible decidir si éste se haya en reposo o en movimiento. Reposo y movimiento no son propiedades de los cuerpos sino puras relaciones posicionales que éstas mantienen con los cuerpos circundantes.

-Principio de la conservación del movimiento:

Todo movimiento se conserva por sí mismo, es, por ello, un estado y no un simple proceso.

-Principio de la composición de movimientos:

Puesto que el movimiento no afecta a la naturaleza de móvil, un cuerpo puede ser afectado por varios movimientos distintos al mismo tiempo, las cuales se componen entre sí dando otro resultante.

-Posibilidad de la existencia del vacío:

La tierra no pierde su atmósfera a causa de su traslación, o que todos los cuerpos en el vacío caen a la misma velocidad.

+Las bases epistemológicas de la nueva ciencia:

Principios epistemológicos:

-Racionalismo: la estructura de la realidad no es tal como se muestra a nuestros sentidos, sino tal como exige nuestra razón, pues las propiedades objetivas (las reales) son las cuantitativas y no las cualitativas que son puramente subjetivas.

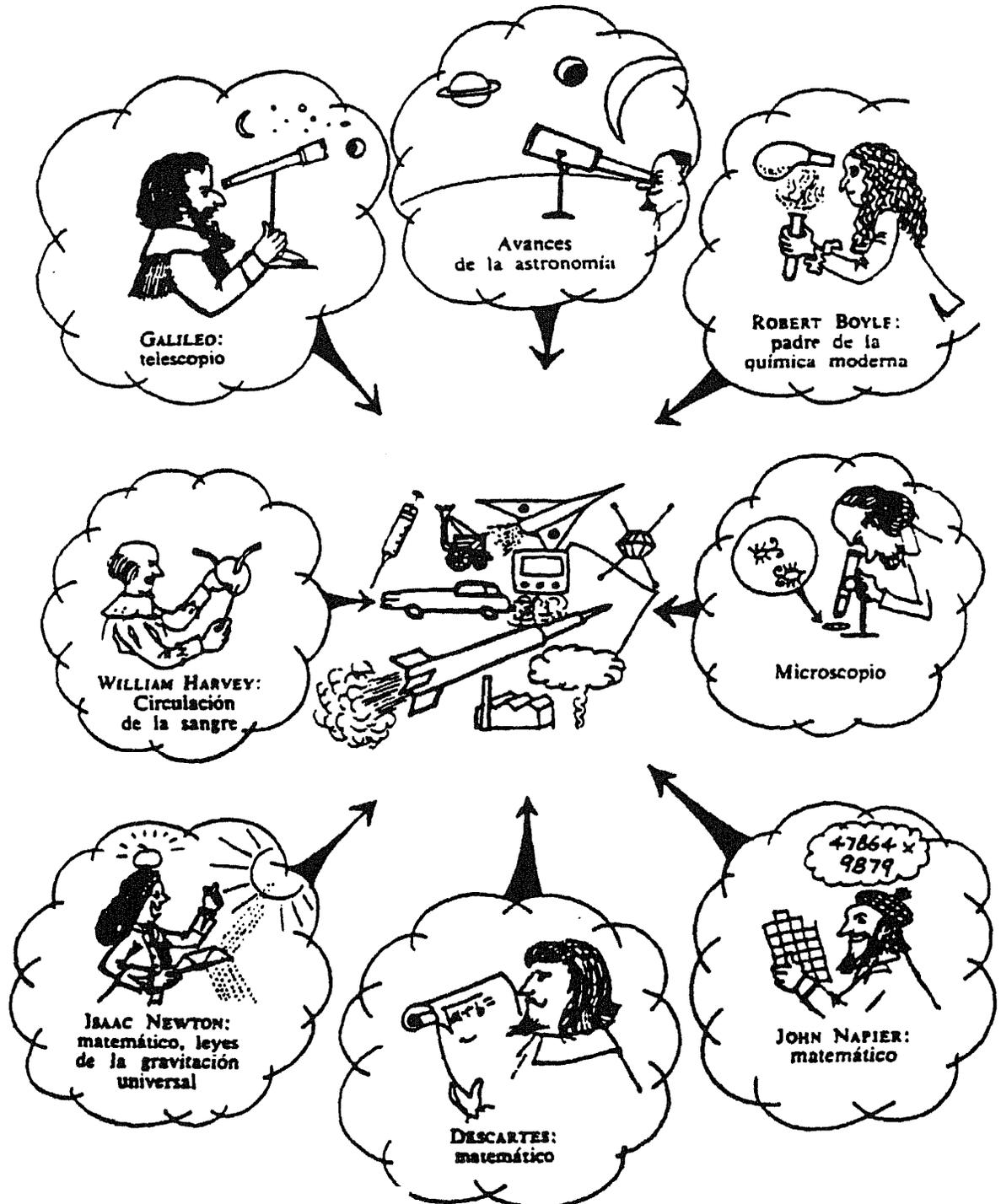
-Matematicismo: la estructura de la realidad es matemática y la de nuestra mente también lo es, por lo que, cuando esta actúa correctamente es infalible y expresa la realidad.

-Fisicismo: la misión de la ciencia no es estudiar el por qué o/ni el para qué suceden los hechos, sino el cómo.

-Uniformidad: toda la Naturaleza funciona siguiendo las mismas leyes.

-Simplicidad: la Naturaleza funciona de la manera más simple.

LA CIENCIA EN EL SIGLO XVII



HISTORIA DEL MUNDO OCCIDENTAL EN
TORNO A "GALILEO".



GRUPO DE TRABAJO:

3^º G

- FRANCISCO J. NARANJO VERA.
- SANDRA MIRANDA ROBAINA.
- PILAR HERNANDEZ SANTANA.
- GRACIELA MORALES BRITO.
- MONICA MONTESDEOCA ALAMO.
- LUCI DENIZ TEJERA.

EL MUNDO OCCIDENTAL EN LA ÉPOCA DE GALILEO

LA POLÍTICA.

La historia política del siglo XVI es bastante problemática, ya que Europa, el mundo occidental entonces, está estructurada de manera bien diferente a la actual, comprendiendo tres grandes monarquías - Francia, Inglaterra, España - y los países fragmentados situados más al este, como el Sacro Imperio Germánico e Italia. Dado el origen geográfico de Galileo Galilei, nos centraremos en Italia como ejemplo a partir del cual se puede ver sucintamente como estaba el mundo en aquel momento.

En el siglo XVI, Italia carecía de unidad. La Italia del Norte y Central, salvo Venecia, eran consideradas como feudos del Imperio Germánico, mientras el resto de la Península se hallaba bajo la soberanía pontificia. Cinco Estados principales - Venecia, Florencia, Milán, la Santa Sede y Nápoles - dominaban el juego diplomático, participando de éste también potencias extranjeras, como España y Francia.

El Norte de Italia, muy poblado, culto, rico y activo, tenía además experiencias de libertades y autogobierno, mientras el sur, se asemejaba más a lo que hoy es el Tercer Mundo, salvando las distancias.

Desde finales del siglo XV, Italia se convirtió en campo de batalla de las grandes potencias, hasta el punto de que la historia interna de los diversos Estados se subordinó desde entonces al desarrollo de aquellos conflictos.

LA ECONOMÍA.

El siglo XVI es un periodo en el que se inicia un cambio decisivo, o por lo menos una decisiva aceleración de algunos procesos fundamentales iniciados en siglos anteriores.

Así, hubo un aumento excepcional de la alfabetización gracias al invento de la imprenta y de la predicación de la religión reformada, lo que influyó de

manera notable en el desarrollo económico.

La expansión a ultramar fue el resultado inevitable de este desarrollo económico, que ya a finales de la Edad Media se inclinó a favor de Europa. En este siglo, el comercio se desarrolla enormemente y su resultado es básicamente el siguiente:

- 1) La introducción en Europa de nuevos productos, como el café, el chocolate, la porcelana, el té, las papas, los tomates, el millo, etc...
- 2) La importación de América de grandes cantidades de plata, la cual trajo consigo un enorme aumento de la liquidez internacional y un señalado desarrollo de las industrias de fabricación de barcos y las industrias metalúrgicas.

Este fenómeno se ha dado en llamar "*revolución comercial*" que permitió una notable acumulación de riqueza, favoreció la formación y el crecimiento de las clases medias, estimuló la expansión y diversificación de la demanda y, por último, pro no por ello de menor importancia, alimentó un espíritu de empresa contrario al tradicional y conservador, así como una actitud mental y un tipo de valores favorables al desarrollo económico.

La expansión de los mercados, reclamaba un un aumento de la producción, forzando a un desarrollo de la inventiva que se traduce en unos avances técnicos notables en el campo de la ingeniería: la rueda hidráulica, el uso del molino de viento para hacer funcionar una sierra, la bomba de succión para la extracción de mineral...

Por otra parte la agricultura siguió siendo uno de los pilares básicos de la economía, a pesar de que en este campo no se experimentó un avance tan considerable como en el de la industria y el comercio.

La población sufre también su particular revolución, debido al cambio en la infraestructura y en el medio ambiente, sobre todo en el campo de la salud pública, cuya mejora arrastra un ascenso poblacional importante al cesar muchas epidemias que habían asolado el mundo medieval.

LA FILOSOFIA.

Sobre este marco económico se instala un tipo de pensamiento filosófico resultado de la nueva cultura, se trata del *humanismo*. El término humanismo, se toma de los clásicos y su significado, para Cicerón y Varrón, es el de la educación del hombre como tal (equivalente a la *paideia* griega).

Los humanistas poseen un fuerte sentido histórico del que se carece en la época medieval: el pasado clásico es la edad de oro, aunque tienen conciencia de la distancia y las diferencias. Se recuperan los textos clásicos mediante una paciente labor crítica y se hacen nuevas traducciones. Cultivan sobre todo la literatura y escriben en un latín ciceroniano, pero son también "hombres universales", porque saben que todos los saberes están ligados y forman una armonía (una "enciclopedia": el círculo de la educación), siendo el lenguaje lo que todo lo une.

El humanista valora, por encima de todo, al hombre como ser natural y en la naturaleza, pero no es ajeno al interés religioso ya que aspira a unificar todas las religiones y busca sus orígenes más allá del cristianismo: en los místicos y profetas de la antigüedad.

La vitalidad en el hombre renacentista le hace capaz de sentirse capaz de toda ventura, en un mundo enriquecido y asombrosamente ensenchado por los descubrimientos geográficos y científicos. Además de valorar la vida activa; ansía la gloria y el poder, por eso interviene en política y se convierte en pedagogo, canciller, secretario o historiador de la corte.

El humanismo contó, para su rápida expansión, con la invención de la imprenta (en 1455 ya existe en Maguncia y Estrasburgo), que facilita la circulación de los libros. Hay que tener en cuenta que, ya en la segunda mitad del siglo XV se publican más de 30.000 títulos y cerca de 15 millones de ejemplares, de los cuales el 77 % estaban escritos en latín.

Al mismo tiempo, los humanistas mantuvieron intercambios permanentes (viajes, cartas, asociaciones), llegándose a constituir una auténtica República de las Letras. Contaron además con centros de enseñanza, e incluso universidades que se encargaron de difundir aún más este tipo de pensamiento.

Los principales representantes de las corrientes filosóficas del humanismo son: Giordano Bruno, Francis Bacon, Erasmo de Rotterdam o Nicolás de Cusa.

REVOLUCIONES CIENTIFICAS.

Como se indicó con anterioridad, la imprenta había contribuido a crear un público internacional de hombres cultos que publicaban descubrimientos y observaciones científicas en forma de "procedimientos" de organismos culturales. Sin duda, esta es una de las razones por las cuales algunas personas afirman que, a partir de 1500, tuvo lugar una *revolución científica* que unió a la comercial, demográfica, e incluso filosófica.

Los grandes cambios en el campo científico se inician a partir de simples observaciones: así, elaboran los artistas del renacimiento las reglas de la perspectiva, y así, describieron los médicos la anatomía humana al detalle, mientras los cartógrafos se esforzaban por ordenar y clasificar los nuevos conocimientos geográficos, aportados por los viajes de los descubridores.

Pronto se dió un nuevo paso y se empezaron a realizar experimentos sistemáticos, lo cual representó un considerable avance con respecto a la ciencia medieval, demasiado teórica. Uno de los principales defensores de este procedimiento fue Francis Bacon, a quien algunos atribuyen incluso la autoría de los dramas de Shakespeare.

La fabricación de instrumentos más precisos, por otra parte, contribuyó a fortalecer la idea de que los experimentos podían dar resultados provechosos, por eso la aparición de telescopios, microscopios y cronómetros más exactos abrió nuevos campos de investigación.

Los detalles de esta revolución científica corresponden a otros grupos, por lo que sólo la mención de los principales científicos del momento puede ser de utilidad en este momento: Nicolás Copérnico, Juan Kepler, Robert Boyle, William Harvey, René Descartes, John Napier o Isaac Newton, son ejemplos de la calidad de la ciencia a lo largo de los siglos XVI y XVII.

EL ARTE.

El arte de este periodo coincide plenamente con el llamado Renacimiento. En un principio los tratadistas llaman renacimiento a la época artística que se desarrolló en Europa entre el final de la Edad Media y los comienzos del siglo XVI, pero poco a poco, el concepto fue restringiéndose y el término acabó por designar sólo el arte italiano del siglo XV y principios del XVI, y sus versiones posteriores

en el resto de Europa.

La palabra es de origen francés - *renaissainssance* - pero deriva de la expresión italiana *rinascita*, usada por Petrarca y Bocaccio y elaborada conceptualmente por Vasari. Queda claro pues que el renacimiento es un fenómeno fundamentalmente italiano, nacido en Florencia y extendido más tarde por toda Europa.

El renacimiento es un complejo de ideas políticas, culturales y lingüísticas entroncado perfectamente con el humanismo del que viene a ser el reflejo artístico. Así, Petrarca, conmovido por las ruinas de la antigua Roma imperial y el recuerdo de sus instituciones, formula una nueva teoría de la historia: no existe unidad continuada, sino ruptura. La edad romana era una época de esplendor y de luz, por el contrario, la era cristiana lo es de oscuridad y tinieblas. De ahí se deriva una vuelta al mundo antiguo para buscar en los clásicos, leídos en su idioma original,, pruebas para fundamentar la verdad cristiana y extraer de la *virtus* de los personajes históricos los modelos para los nuevos ciudadanos.

Otros humanistas siguen esta teoría, que pasa de la literatura a la pintura, de ésta a las demás artes y, después, a todas las ciencias, llevando el concepto de restauración, resurgimiento o renacimiento.

Fuera de Italia no se afronta de la misma manera el fenómeno, ya que la mayor parte de las naciones están fuera de la romanidad, a pesar de tener un componente cultural e idiomático romano, por lo que naciones como España o Francia tienen su punto de referencia en la Edad Media y no en la antigüedad romana.

RESUMEN

Como resumen se puede decir que este periodo se caracteriza por el triunfo de la burguesía y el sistema capitalista, tras una enconada lucha política, religiosa e intelectual. El proceso desarrollado fue lento y desigual, comenzando el siglo XIII en Italia, para consolidarse a mediados del siglo XVII en Inglaterra y Holanda. Este mismo periodo corresponde también al desarrollo de la experimentación y el cálculo como nuevos métodos de la ciencia. La transformación fue completa; los cambios en la técnica produjeron otros en la ciencia y ésta a su vez produjo nuevos cambios en la técnica. Esta revolución económica, técnica y científica es un fenómeno social único y su importancia es incluso superior al descubrimiento

de la agricultura porque, gracias a la ciencia, se hacía posible su progreso infinito.

BIBLIOGRAFIA.

TEJEDOR COMPOMANES, César: Historia de la Filosofía en su marco cultural. Editorial SM. Madrid, 1988.

MOUSNIER, Roland: Historia general de las Civilizaciones (s. XVI y XVII). Editorial Destino. Barcelona.

DOMINGUEZ ORTIZ, Antonio: Historia Universal. Edad Moderna. Editorial Vicens Universidad. Barcelona, 1983.

ROBERS, John M.: Historia Universal Ilustrada. Editorial Debate- Penguin.

JULIA DIAZ, Santos: Introducción a la Historia. Editorial Bilbao. 1978.

FERNANDEZ ARENA, José: Las claves del Renacimiento. Planeta. Madrid, 1986.

SALVAT UNIVERSAL: Diccionario enciclopédico. Salvat. Barcelona, 1987.

**Ana de la Fé Morales
Natividad Reyes Rodríguez
Rafael Noda Talavera
Heliodoro Pérez Almeida
Gregorio Afonso Santana**

La Iglesia y Galileo

INDICE

1.- LA CRISIS RELIGIOSA DEL SIGLO XVI

Las reformas.

La exposición de la reforma luterana.

Las otras vías de la reforma.

Zuinglio y Bucero

Calvino

Enrique VIII

El Concilio de Trento.

2.- EL CATOLICISMO TRAS EL CONCILIO DE TRENTO

La Contrarreforma.

Dos Europas a finales de siglo: ¿Frontera estable o conflicto latente?

3.- LA IGLESIA Y GALILEO

La teoría de Copérnico.

Díálogos acerca de los sistemas máximos.

LA CRISIS RELIGIOSA DEL SIGLO XVI

LAS REFORMAS

A principios del S.XVI los abusos de la Iglesia eran cada vez más denunciados, por un lado, de los derechos fiscales pontificios: anatas (derecho a una anualidad que se pagaba a un obispado, abadía o parroquia), reservas (derecho reservado al papa de otorgar nombramientos), expectativas (designación de titulares futuros antes de producirse las vacantes),... Por otro lado la cristiandad adolecía de los males de la jerarquía: clero que compraba cargos a la curia pontificia, alto clero que acumulaba beneficios, obispos con rentas, bajo clero ignorante y a veces falto de vocación, etc. las élites acusaban a la Iglesia de creer mal, mientras que las masas le reprochaban su mal vivir.

Entre 1517 y 1570 amplios sectores geográficos escaparon al control de la Iglesia de Roma, con lo que se creó una oposición entre la Europa mediterránea latina y romana y la Europa protestante del norte y el noroeste.

La Reforma proporcionó una respuesta al problema religioso que preocupaba a numerosos cristianos decepcionados de la Iglesia institucional.

Cuatro razones pueden explicar su éxito: una sensibilidad religiosa muy viva (dominada por el temor de la muerte repentina en estado de pecado mortal, que nos sumerge en el infierno, o de una confesión incompleta de las culpas, que le valiesen las penas del purgatorio), la evolución hacia el sacerdocio universal, la importancia de los abusos y la mayor difusión de la obra escrita gracias a la imprenta.

Sin embargo, la Reforma no conservó su unidad inicial, sino que se fragmentó en tres tendencias (luteranismo, zuinglo-calvinismo y anglicanismo) que se enfrentaron, a veces

con dureza, entre 1550 y 1620. Pero, a pesar de la organización eclesial diferente y de sus divergencias teológicas, todas rechazaban la autoridad pontificia, el culto a la Virgen y también a los santos, así como la concepción de la misa como sacrificio.

LA EXPOSICIÓN DE LA REFORMA LUTERANA

El punto de partida fue un simple incidente. El 31 de octubre de 1517 un fraile agustino, *Martín Lutero* fijó en *Wittenberg* noventa y cinco tesis hostiles a la venta de indulgencias por parte del Papa León X. La actitud de Lutero entusiasmó a muchos alemanes, disgustados de la autoridad de Roma. El Papa exigió la retractación pero se defendió. Su firmeza lo llevó a la ruptura total con Roma en 1520, año en el que publicó algunas de sus obras capitales.

En 1521, fue excomulgado por el Papa y compareció ante el emperador Carlos V, el cual lo desterró del Imperio. A partir de entonces se dedicaría a traducir la Biblia al alemán. En el período de 1518 a 1525, la doctrina luterana alcanzó rápida difusión y tuvo adeptos en todas las clases sociales en particular entre los que habían sido víctimas de la evolución capitalista, pequeños maestros de oficios, artesanos, campesinos y señores rurales.

La difusión de las ideas luteranas se vio favorecida por cuatro grupos sociales: *la joven generación de eclesiásticos seculares y regulares; la nobleza, que participó activamente; así con las ciudades, gracias a las capas medias de la burguesía gremial. Finalmente los notables rurales* iniciados por los propagandistas y los viajeros, solicitaron la predicación del "Evangelio puro" y la comunión bajo las dos especies: *pan y vino*.

Los campesinos acomodados y los principales estaban prestos a la revuelta por razones económicas y sociales. Los insurgentes reclamaron la reducción de las corveas, la supresión de los diezmos, el libre uso de los bosques y de las aguas, la disminución de los censos y de las multas, la observación de la Ley de Dios y de la libertad del Evangelio. Centenares de conventos, iglesias y castillos fueron devastados y se quemaron muchas bibliotecas.

Lutero se declaró contra los campesinos (1525) oponiéndose al recurso de la violencia, lo que generó una profunda decepción en el campo y en general hubo un freno a la expansión.

La Reforma progresó simultáneamente en los territorios de los príncipes y en las ciudades.

Los príncipes designan a los pastores y superintendentes, que inspeccionan las iglesias y mantienen la pureza del culto. Los pastores pueden casarse. Sólo Dios es santo; en consecuencia, desaparece el culto de la Virgen y la veneración de los Santos, así como el rechazo a los sacramentos, salvo el Bautismo y la Eucaristía.

Hacia 1540 cincuenta y una ciudades imperiales, de un total de sesenta y cinco, habían adoptado la Reforma. Carlos V reconoció oficialmente al luteranismo (1553). Los príncipes escogieron libremente su religión, pero los súbditos eran obligados a adoptar la religión de su príncipe, pues no se concebía que un Estado pudiera subsistir con religiones distintas.

El luteranismo desbordó el espacio germánico en dirección al norte y al este.

En el Imperio, príncipes y ciudades se enfrentaron durante treinta años a Carlos V. Si al principio aceptó conceder a los príncipes libertad absoluta en materia de religión, en 1529 se retractó de esta concesión, lo que provocó una propuesta de seis príncipes y catorce ciudades libres: de ahí el origen del nombre de los protestantes dado a los partidarios de la Reforma.

En 1555, con la abdicación de Carlos V y la paz de Augsburgo, que instauró la concordia religiosa en el Imperio por más de seis décadas, el luteranismo conocía entonces su apogeo en Alemania: casi todos los príncipes laicos eran luteranos.

LAS OTRAS VÍAS DE LA REFORMA

Las ciudades del espacio helvético propusieron un modelo diferente, a partir de *Zurich* y *Estrasburgo*, donde *Zuinglio* y *Bucero* elaboraron una teoría original.

Zuinglio se manifestó como activista en la reforma de los organismos religiosos y de las prácticas de devoción.

A partir de 1519 se inclinó hacia la Reforma: la misa fue sustituida por un culto muy depurado.

Pero su activismo contribuyó a aislar a Zuinglio, tanto en el espacio germánico (fracaso del encuentro con Lutero) como en la propia Suiza, donde las tropas de Zurich fueron derrotadas en la batalla de Kappel por los cantones católicos. En la batalla encontró la muerte el propio reformador. Su sucesor, Bullinger, se esforzó por mantener un equilibrio entre poder eclesiástico y poder civil, y estableció al mismo tiempo lazos más estrechos con las restantes ciudades suizas.

Para la Reforma, el peligro era muy grave. Un luteranismo desplazado, un caos de opiniones diversas, un humanismo hostil, un catolicismo pujante de nuevo: era necesario una nueva doctrina reformada. Ello explica el esfuerzo de Calvino tras la difusión de las doctrinas evangelistas. A partir de 1536 Calvino elaboró en Ginebra una reforma destinada a transformar la ciudad en una nueva Jerusalén que ejerciera su atracción sobre toda Europa. Calvino organizó la Iglesia mediante las ordenanzas eclesiásticas, elaboró una nueva liturgia, redactó un catecismo y eliminó las falsas doctrinas (Servet fue quemado).

La Reforma calvinista penetró con mayor facilidad en los medios alfabetizados que en el mundo campesino, iletrado y conservador. A partir de 1555 los grupos se transformaron en iglesias constituidas, animadas por decenas de predicadores adeptos de Calvino.

La represión no pudo frenar la expansión, pero el fracaso de la conferencia de Poissy (1561) provocó las guerras de religión.

La Reforma calvinista se instaló también en la Suiza de expresión francesa, los Países Bajos, Escocia, Polonia, Bohemia y Hungría.

Inglaterra hizo su reforma particular, impuesta por el gobierno real, Enrique VIII, frente a la negativa de Roma a anular su matrimonio con Catalina de Aragón. Impuso un cisma por medio del que transfería al rey todos los poderes de jurisdicción sobre la Iglesia de Inglaterra, la Iglesia Anglicana. Los protectores de Eduardo VI instauraron un protestantismo más sólido, que se acercaba a la Reforma suiza. La persecución de la hermanastra del monarca, María Tudor, esposa de Felipe II, paladín del catolicismo, contribuyó a desarrollar entre los ingleses un tenaz antipapismo. Pero sería Isabel quien fundaría realmente la Iglesia anglicana, imponiendo una política de sumisión de sus

representantes al Estado. En 1563 los obispos ingleses definieron los Treinta y nueve artículos, que actualmente siguen siendo la confesión de fe oficial. Los católicos y los calvinistas puros fueron perseguidos

En la Iglesia anglicana coexistían una gran variedad de tendencias teológicas a causa de una doble oposición: la de los católicos, que veían condenada su fe, y la de los puritanos, que consideraban insuficiente el contenido protestante anglicano.

EL CONCILIO DE TRENTO

El concilio se celebró en la ciudad italiana de Trento entre 1542 y 1563. Aseguró la victoria de los católicos puros, definió la doctrina católica, volvió a la tradición antigua y medieval del humanismo cristiano. Sus cánones sobre el dogma constituyen la parte inmutable de la religión. Deben imponerse a la obediencia de todo cristiano. Quien rehúsa aceptarlos deja de ser católico. Las fuentes de la creencia son, las Sagradas Escrituras. El Concilio fijó provisionalmente la disciplina; mantuvo el celibato eclesiástico; prescribió a los obispos la residencia en sus respectivas diócesis y encargó a los curas la instrucción de sus siervos; prohibió la acumulación de beneficios y el desempeño de los mismos por sustitutos mientras el titular se limitaba a percibir las rentas.

En síntesis, se puede clasificar la labor y resultados del Concilio en tres aspectos:

- a) La definición de la doctrina católica frente al protestantismo.
- b) El afianzamiento de la autoridad papal frente al conciliarismo.
- c) La disciplina eclesiástica.

El Papa pidió a los príncipes católicos que dieran carácter de leyes del Estado a los decretos del Concilio.

Estos decretos fueron admitidos en Italia, Polonia, Portugal y Sacro Imperio romano-germánico. En España, Felipe II aceptó el dogma pero no aplicó ciertos decretos. Los Países Bajos los recibieron con modificaciones sobre las disciplinas exigidas por los privilegios del país, por el contrario no fueron aceptadas jamás en Francia, donde los movimientos protestantes y anglicanos eran muy potentes. Pero en 1615, los aceptó la Asamblea del Clero de Francia y el rey dejó hacer.

EL CATOLICISMO DESPUÉS DEL CONCILIO DE TRENTO

LA CONTRARREFORMA

La avalancha de la Reforma, que invadió la Europa central y nórdica, tropezó sin embargo con el baluarte latino, constituido por Francia y las penínsulas ibérica e italiana. La monarquía hispánica, dando prueba de una notable vitalidad religiosa, había realizado su propia reforma gracias al cardenal Cisneros. Italia vivía así como una etapa de fermentación religiosa, mientras que varios obispos franceses llevaban a cabo una valiosa labor. Pero la Iglesia romana, a causa de su centralización, no podía regenerarse más que a través de la reforma de su jerarquía: éste es el objeto del Concilio de Trento.

El Concilio, de acentuada preponderancia italiana e ibérica, no trató seriamente de establecer un diálogo con los protestantes. Durante sus sesiones se manifestó como instrumento de combate contra la Reforma y como el punto de confluencia de todas las fuerzas católicas de reforma. Se reforzó el episcopado, el clero secular y el regular y hubo preocupación por la catequesis y la predicación. Se fue implantando progresivamente un catolicismo fortalecido. La autoridad pontificia se vio igualmente reforzada por la creación de las congregaciones romanas.

En el último tercio de siglo la difusión del espíritu tridentino fue asegurada sobre todo por las órdenes religiosas, que conocieron un extraordinario desarrollo hasta 1650. Las dos más activas habían sido fundadas antes del Concilio: *los capuchinos* y *los jesuitas*. Los jesuitas ejercían una considerable influencia sobre las élites, mientras que los ámbitos populares fueron atendidos por los capuchinos.

El éxito de las congregaciones femeninas fue grande: *las carmelitas y las ursulinas* que suscitaron numerosas vocaciones.

El nuevo clérigo, más digno, ya no cazaba ni se emborrachaba, mantenía la castidad y llevaba sotana, de manera que podía asegurar un mejor encuadramiento de los fieles. La vida religiosa de los fieles fue revigorizada por las misiones y por la acción pastoral de algunas órdenes y el clero parroquial. La cristianización quedó asegurada por la misa dominical y los sacramentos, especialmente la confirmación, la confesión y la eucaristía, que fueron revalorizados. Se impulsó el culto a los santos, las reliquias y las imágenes.

La espiritualidad tridentina, culminación de la Reforma católica, no excluyó, sin embargo, la vertiente represiva de la Contrarreforma, que organizó, una poderosa contraofensiva antiprotestante. Las primeras medidas en este sentido fueron la reconstitución del tribunal de la Inquisición, la creación de la congregación del Índice que a partir de 1559 publicó listas de obras prohibidas y la Compañía de Jesús, cuyos miembros fueron los agentes más activos de la lucha contra la herejía. El Concilio de Trento rechazó la misa en lengua vulgar y mantuvo los siete sacramentos. En la liturgia el triunfalismo católico se oponía a la modestia y a la sencillez protestantes.

DOS EUROPAS A FINALES DE SIGLO: ¿FRONTERA ESTABLE O CONFLICTO LATENTE?

El apoyo de los príncipes permitió algunas reconquistas parciales mediante recursos a veces brutales. No hay duda de que el catolicismo militante de los soberanos iba acompañado a menudo de ambiciones políticas.

Impulsados por Roma, algunos príncipes intentaron una reconquista militar.

En los países reconquistados el episcopado y las órdenes religiosas con el apoyo de las autoridades civiles, emprendieron la tarea de convertir, de grado o por fuerza, a las poblaciones mediante una política sistemática de erradicación y asfixia del protestantismo lo que provocó varias oleadas de refugiados protestantes, que se dirigían en el caso de los franceses principalmente hacia Ginebra y en el de los flamencos hacia las provincias unidas.

Esta repartición dio origen a una nueva geografía religiosa de Europa, que después de 1600 no sufriría ya más que algunos retoques de escasa importancia.

LA IGLESIA Y GALILEO

LA TEORÍA DE COPÉRNICO

Galileo confirmaba la hipótesis copernicana de forma experimental y racional, gracias a sus observaciones sobre el cielo¹. Pero la interpretación de sus descubrimientos no siempre se hacía de forma científica. Ello resultaba peligroso, tanto porque llevaba el debate al ámbito metafísico, como en los profanos podía dar lugar a discusiones. La *Teoría heliocéntrica* creaba pues, en el ámbito religioso, un movimiento en contra.

Tanto en los países protestantes como en los católicos, se advertía la discrepancia de la hipótesis copernicana con la Biblia.

Ya, en el Concilio de Trento, se condenaba explícitamente a quien alterara y explicara los textos sagrados según su parecer, en contra de lo que acepta la Iglesia. Pero si bien, el clero docto se podía mostrar cauteloso con dicha condena, sobre todo respecto a la concepción científica, la postura de la clase menos culta de los clérigos y frailes, sería distinta².

Surgirían personajes como el padre dominico *Lorini* o el fraile fanático *Caccini* que arremeterían sobre la teoría de Copérnico y sus defensores (como Galileo), creando una trama de intrigas en contra que Galileo sentiría ir en aumento y no podía franquear.

-
- 1.- La desaparición de dos pequeñas estrellas de Saturno, convenció a Galileo que se debía al movimiento de Saturno y la Tierra. Los demás planetas eran cuerpos ocacos igual que la Tierra. La Tierra no era el centro único de los movimientos celestes (Mercurio y Venus giraban en torno al Sol y cuatro satélites en torno a Júpiter).
 - 2.- El Concilio de Trento había resaltado la importancia y responsabilidad, de clérigos y frailes, frente a los fieles.

Para zanjar el problema definitivamente, Galileo envía una carta a *Castelli*, en la que trataba de hacer una distinción entre el campo de la Ciencia y el de la Fe³. En ella sostiene, que *los Santos Libros no pueden equivocarse, pero sí sus intérpretes que quieren aceptar a toda costa como verdad la letra, que por ejemplo, atribuye a Dios expresiones y sentimientos sacados de la experiencia humana y que, sin duda a Él no se adecuan.*

La Inquisición romana entra en juego e investiga las denuncias presentadas a tal efecto por Lorini y posteriormente Caccini en relación a la carta a Castelli y la teoría de Copérnico. La sutil intriga⁴ intentaba tejer nuevos hilos sobre tan espinoso tema.

Galileo partió para Roma el 3-12-1615, tras haber obtenido del *Gran Duque* una carta de recomendación para los cardenales *Del Monte, Borghese y Orsini*. Quería defender la teoría copernicana, que para él se identificaba con la defensa de la libertad y verdad científica.

Pero se pretendía eliminar dicha teoría peligrosa y reafirmar el derecho absoluto de la Iglesia sobre las verdades religiosas e interpretación de las Sagradas Escrituras.

Para la 1ª proposición *Sol est centrum mundi et omino immobilis motu locali*, el veredicto fue "dicha proposición es alocada y absurda filosóficamente y formalmente herética, en cuanto contradice expresamente las sentencias de las Sagradas Escrituras"; en cuanto a la 2ª *Terra non est centrum mundi nec immobilis, sed secundum se totam movetur etiam motu diurno* "esta proposición merece desde el punto de vista filosófico, idéntica censura que la anterior; en cuanto a la verdad teológica es, cuanto menos, errónea con respecto a la fe".

-
- 3.- El Concilio de Trento había condenado el libre examen, sometiendo a un límite y un control exterior la autoridad de intérprete de la Iglesia.
- 4.- Galileo tiene que buscar apoyos, convenciendo a personas, o aprovechándose de terceros, que sin conocer el motivo, le sirvan de mediadoras.

Se deduce que las sentencias no se deben a un análisis experimental o racional, sino a la contradicción con las teorías físicas del escolanticismo aristotélico, resolviéndose a favor de este último, consagrado por la tradición eclesiástica.

En los países protestantes y en los católicos en los que una sólida organización estatal confería una relativa libertad espiritual, el decreto cayó en el vacío o se restringió su eficacia. Pero los débiles y desorganizados principados no podían ni pensar en oponer la más mínima resistencia al dominio de la Iglesia.

En cuanto a Galileo, provisto de cartas de los cardenales *Orsini* y *Del Monte*, regresó a Florencia.

DIÁLOGOS ACERCA DE LOS SISTEMAS MÁXIMOS

A finales de 1629, el Diálogo estaba completamente redactado y corregido. Había llegado la hora de su publicación, y para ello quería obtener el apoyo de Urbano VIII.

Galileo se trasladó a Roma donde se reunió con el Pontífice, el cual le ponía como condición, para la publicación de su obra, que considerase la teoría copernicana como una simple hipótesis matemática, que cambiara el título original de la obra, y que introdujera en la obra a forma de conclusión el argumento de que no se podía considerar imposible el hecho de que Dios creara el Universo; Galileo no le dio importancia a tales exigencias del Pontífice.

El paso siguiente fueron las varias revisiones por las que pasó la obra, para así pasar definitivamente a su publicación.

Tras varios meses transcurridos su obra fue publicada, pero poco después se había ordenado que se confiscaran los ejemplares, y que se suspendiese la venta del libro, lo cual significaba que iba a ser sometido a dictamen de la Inquisición.

Todo ello significaba que comenzaba el proceso contra Galileo, un proceso que debía ser llevado a Roma en el Santo Oficio, y que además duraría veinte días, y por el cual se juzgaba a Galileo, entre otras cosas, por haber violado el precepto de 1516, el cual prohibía toda exposición de la teoría copernicana, y por ser sospechoso de herejía.

El tiempo transcurrió, y la sentencia le fue leída, remitiendo lo siguiente: Galileo era sospechoso de herejía, y de que quedaba absuelto, siempre que, ante nosotros abjures, maldigas y detestes los mencionados errores y herejías, contrarios a la Católica y Apostólica Iglesia, de la forma y manera que nosotros te impondremos.

BIBLIOGRAFÍA

BANFI, A., Vida de Galileo Galilei, Madrid, Alianza Editorial, 1967.

DRAKE, Stillman, Galileo, Madrid, Alianza Editorial, 1983.

FERNÁNDEZ, A. y otros, Historia de las civilizaciones y del arte, Barcelona, Editorial Vicens-Vives, 1983.

Historia Universal (Europa, siglos XVI - XVII. Tomo 6), Barcelona, Editorial Salvat, 1980.

**Yaiza Batista Sánchez
Rafaela Déniz Déniz
Milagrosa Medina Sánchez
M^a del Carmen Perera Perdomo
Roque Sánchez Perera**

Cartas, Sentencias y Abjuración de Galileo

INDICE

- . Introducción**
- . Desarrollo del Proceso**
- . Cartas**
- . Continuación del proceso**
- . Abjuración y sentencia**

INTRODUCCION

Como introducción a lo que fue el proceso y sentencia de Galileo, creemos necesario mencionar algunos aspectos de esta figura y del entorno que le tocó vivir.

Galileo era hombre vanidoso, amigo de hacer sonar bien alto sus descubrimientos. Era un hombre jovial, le gustaba pasarlo bien, el buen vino, la buena comida y la compañía femenina.

Muy duro cuando se proponía algo y completamente indiferente a las consecuencias si consideraba que lo que hacía era importante. Era un hombre radicalmente medieval, pero con una mentalidad esencialmente moderna.

Por otro lado, la idea de herejía estaba, en la época en que vivió Galileo demasiado relacionada con la política y la elucubración científica. Los miembros de la Inquisición, trabajaban en el mayor de los secretos. Con respecto a Galileo, no dijeron nada, sin embargo, recibía siempre la máxima publicidad. Sus enemigos claves eran los jesuitas.

En su caso hay curiosas contradicciones: por un lado, el enañoamiento del Papa contra él, lo que no impidió que este último, le enviara una bendición especial en su último momento, sin que viviera en su embajada florentina durante la mayor parte del proceso.

Lo cual resulta extraño ya que, cuando a alguien se le acusaba de cosas de este tipo, eran encerrados en los calabozos del castillo de Sant' Angelo o en los de la Inquisición.

En 1611, Galileo visitó Roma, allí mostró las maravillas telescópicas de los cielos a los personajes más inminentes de la Corte Pontificia. Durante su estancia fue bien recibido en todas las partes y nombrado además, miembro de la Academia Lincei. Animado por tan halagüeño recibimiento, Galileo decidió replantear el problema del sistema copernicano al más alto nivel, lo cual no fue posible.

Los descubrimientos de Galileo, una vez hechos públicos, tenían una base experimental directa inaludible, apoyada por su formidable dialéctica y su extremo entusiasmo, provocando, por así decirlo, a las autoridades eclesiásticas a tomar nota y ponerse alerta; sobre todo porque Galileo difundía sus ideas en italiano.

Aunque Galileo no tenía el menor deseo de plantear el problema teológicamente, es preciso admitir que una vez que la polémica comenzó, nuestro astrónomo se lanzó a ella con una impetuosidad muy característica en él, acelerando así, la misma decisión de la autoridad que más le interesa evitar.

Galileo en una carta (ANEXO 1) a su discípulo Castelli, monje benedictino, profesor entonces de matemáticas en la Universidad de Pisa y en una (ANEXO 2) a la Duquesa Cristina de Lorena, la cual había declarado que la tierra no puede moverse porque ello contradice las Sagradas Escrituras, explica con gran cuidado su actitud.

"Las Sagradas Escrituras no pueden nunca mentir, siempre y cuando su verdadero espíritu sea comprendido, el cual no puede negarse que muchas veces es recóndito y muy distinto a

como suena el mero significado de las palabras".

Galileo afirma a continuación que "no es más difícil descubrir a Dios en los efectos de la naturaleza que en las Sagradas palabras de las Escrituras", y que no es necesario creer que sea preciso negar el sentido y la razón, " porque ciertos pasajes de las escrituras parezcan decir cosas distintas".

El 5 de Febrero de 1615, el dominico, padre Lorini, denunció la Carta a Castelli a la Inquisición.

Otro dominico, el padre Caccini, anteriormente había denunciado en el púlpito de Sta. M^a Novella el nuevo sistema astronómico y aunque sus palabras fueron fuertemente censuradas, posteriormente declaró en contra de Galileo en la Inquisición.

Galileo, se había dado cuenta ya, sin duda, a pesar del secreto con que la Inquisición rodeaba sus actos, del peligro creciente que se cernía entorno a él, y decidió prevenirse contra las intrigas de sus enemigos yendo de nuevo a Roma.

Galileo recibió un aviso semioficial de que evitase la teología en sus disquisiciones, limitándolas a la física. "Escribid como queráis, le dijo Monseñor Dini, pero manteneos fuera de la sacristía".

A su llegada a Roma recibió la misma calurosa acogida, y se alojó en Villa Médicis, la embajada de Toscana ante la Sta. Sede en el Pincio, con orden del Gran Duque de que fuese alimentado a sus expensas no sólo él, sino también un secretario y un sirviente.

Desde esta base, Galileo se lanzó a una nueva campaña copernicana, con muchas cartas y folletos y más intransigencia que nunca.

El 23 de Febrero de 1616 un grupo de once teólogos se reunió para examinar sus opiniones científicas, tales y como la Inquisición se las había presentado: que el Sol es el centro del mundo y no tiene movimiento y que la Tierra no es el centro del mundo si está inmóvil, sino que se mueve también con movimiento divino. Esto ni era científico ni había sido firmado textualmente por Galileo.

Al día siguiente los teólogos dieron su veredicto: la primera proposición era absurda en teología y formalmente herética, por ser contraria de manera expresa a la Sagrada Escritura", mientras que la segunda estaba abierta "a la misma censura en filosofía y era, por lo menos, errónea en cuanto a la fe".

Dos días después, Galileo fue conminado a presentarse en el palacio del cardenal Bellarmino por orden del Papa Pablo V, y allí recibió oficialmente orden de abstenerse en adelante de "mantener, enseñar o defender" la doctrina condenada a lo que, Galileo prometió obedecer.

En manos de Galileo la creación estaba convirtiéndose en objeto de observación directa por parte del hombre, con la ayuda solamente de sus sentidos, apuntalados por el telescopio, obra también en gran parte suya, y por tanto empezaba a poder ser interpretada sin ayuda de la religión o de las Escrituras.

En vista de la situación Galileo decidió guardar silencio

y lo guardó durante diez años, sin publicar nada. A su vuelta a Florencia llevó consigo, para refutar las calumnias difundidas por sus enemigos, un certificado firmado por el cardenal Bellarmino, declarando que no se había exigido de él abjuración alguna, ni se le había impuesto ninguna penitencia.

En el transcurso de una larga audiencia había recibido del Papa expresiones de estima personal, y de protección, lo que le indujo a ver la forma de seguir presentando sus convicciones científicas, aunque ligeramente disfrazadas de hipótesis.

En el verano de 1618 aparecieron en el cielo tres cometas y Galileo no pudo resistir la tentación de alzar de nuevo la voz. Estaba gravemente enfermo y no podía observarlos personalmente, pero sus amigos le tenían bien informado; en vista de que un jesuita, astrónomo del Colegio Romano, mantenía que la presencia de esos cometas constituía la mejor prueba contra el sistema copernicano, Galileo le contestó, aunque, por prudencia, lo hiciera a través de un alumno suyo. La réplica y crítica de este señor jesuita a las ideas de Galileo, condujeron a este último a la realización de *Aquilator*, que según muchos es uno de los mejores libros polémicos en italiano.

El 8 de Agosto de 1623, Maffeo Barberini, el más cálido amigo y admirador de Galileo en el Sacro Colegio, se sentaba en el trono papal con el nombre de Urbano VIII. Esto, indudablemente, prometía al astrónomo florentino una nueva era de continua prosperidad, justo cuando su futuro parecía más sombrío.

En la visita que Galileo realizó al nuevo papa para felicitarlo por su elección en 1624, fue tan bien recibido, que

su optimismo se elevó enormemente.

Urbano VIII era un hombre astuto, ansioso de poder y celoso de su autoridad, tan ambicioso para sí y los suyos que se decía en Roma que lo que no hicieron los bárbaros, lo hicieron los Barberini, despojando monumentos romanos de mármoles y otros objetos de la antigüedad para enjorar sus palacios.

Por otro lado, los amigos de Galileo estimularon su imprudente optimismo, repitiéndole con entusiasmo cualquier frase u observación del Papa que pudiera ser interpretada de manera favorable a él.

Inclusive en 1630, el fraile dominico Tomás Campanella escribió a Galileo que el Papa, en conversación con él le había expresado su desaprobación por el decreto de prohibición.

A todo esto, galileo, que tenía ya sesenta años y la salud débil, de vuelta a Florencia terminó su famosa pero desafortunada obra "DIALOGHI DEI MASSIMI SISTEMI DEL MONDO.

El libro salió a la prensa en Florencia, en el año 1632. DIALOGO estaba escrito en italiano, para que otros hombres que no saben leer el latín, no crean que esos "libros horribles" sólo contienen cosas que están por encima de sus mentes.

El libro en sí, es un diálogo entre tres caballeros, dos de los cuales son sus amigos, muertos ya ambos, Francisco Sagredo, veneciano y Felipe Salviati, florentino, "la mente más próxima a la suya que Galileo encontrara jamás", como comenta uno de sus biógrafos. El tercer personaje de este diálogo, desde luego nada imparcial, es Simplicio, filósofo aristotélico

que defiende el principio de la autoridad y sólo acepta argumentos que puedan deducirse de los textos; el verdadero enfrentamiento intelectual es el de Salviati, que representa los puntos de vista de Galileo, junto con Sagredo, que hace el papel de entusiasta e inteligente auditorio, contra Simplicio, que sólo con el nombre ya Galileo nos describe a este personaje.

El libro fue recibido con aplauso en toda Europa; pero sin embargo, no faltó gente que insinuara que Galileo había tratado de caricaturizar al Papa en la persona de Simplicio y esta acusación parecía confirmada en la frase final del libro, la cual se la había propuesto el Papa a Galileo y este la puso en la boca del personaje Simplicio.

Urbano VIII no se lo perdonó nunca, quedando muy irritado y convertido en el peor enemigo de Galileo.

Las consecuencias no tardaron en hacerse sentir. Hacia fines de Agosto, el editor recibió orden de Roma de suspender la venta del libro y el 1 de Octubre del mismo año, Galileo fue conminado por la Inquisición a ir a Roma. Nuestro personaje pidió prórroga alegando su avanzada edad, casi setenta años, su mala salud y los peligros y dificultades del viaje debido a la peste. Pero el Papa se mostró severo e inflexible y no admitió ninguna excusa. Solamente cuando la enfermedad ató a Galileo a la cama cedió el Pontífice, pero con la condición de que cuando se mejorara iría encadenado a Roma.

Si Galileo no hubiese sido un convencido católico, habría podido rehusar ya que Venecia le ofrecía asilo, pero él creía

que podría persuadir con sus razones a unas mentes cerradas a toda evidencia.

El 13 de Febrero de 1633 llegó a Roma, alojándose en la residencia del embajador de Toscana, donde vivió retirado durante dos meses, del 12 al 30 de Abril fue detenido en el palacio de la Inquisición, pero el 30 pudo volver a su residencia.

El objeto del juicio era dilucidar si Galileo había o no cumplido las órdenes recibidas al escribir el "DIALOGO", y si seguía apegado a la doctrina prohibida.

La defensa de Galileo consistió principalmente en desechar sus propias opiniones y subrayar sus buenas intenciones.

El juicio se volvió una constante presión espiritual sobre Galileo, apelando a su religiosidad para hacerle creer en un pecado que él consideraba no haber cometido; al cabo de tres meses de esta tortura moral, el 21 de Junio, fue finalmente interrogado bajo la amenaza de tortura física y acabó por claudicar. "Estoy aquí para obedecer - dijo- y no he sostenido esta opinión desde que fue pronunciada la decisión en contra de ella".

El 22 de Junio de 1633, Galileo fue conducido a la sede del Santo Oficio, para leer su retracción y recibir sentencia. Hubo de hincarse de rodillas mientras se lo leían: "Decimos, pronunciamos, sentenciamos, que tú, denominado Galileo, por las cosas deducidas en el juicio y por ti confesadas, como consta más arriba, te has convertido en... vehementemente sospechoso de herejía, es decir, de haber mantenido, y creído falsas

doctrinas contrarias a las sagradas y divinas Escrituras... De las cuales sospechas nos complacemos en absolverte siempre y cuando, con el corazón sincero y no fingida fe, ante nosotros abjures, maldigas y condenes los susodichos errores y herejías... Ordenamos que, mediante público edicto, sea prohibido el libro de los "DIALOGOS" de Galileo Galilei. Te condenamos a cárcel formal... y por penitencia te imponemos que durante los tres próximos años, digas una vez a la semana los siete salmos penitenciales.

Galileo, como ya se dijo abjuró: " Juro que en el futuro nunca diré más ni afirmaré de viva voz o por escrito cosas tales por las cuales puedan tenerse de mí semejantes sospechas".

La sentencia había sido leída por siete cardenales, pero no recibió la ratificación papal de costumbre.

La leyenda según la cual Galileo, levantándose después de haber oído, de rodillas, la sentencia y repetido la fórmula de abjuración, dio un pisotón y exclamó: " Y sin embargo se mueve" es, muy probablemente una suposición, aunque significativa.

Galileo siguió en manos de la Inquisición desde el 21 al 24 de Junio, día en que fue devuelto a Villa Médicis y de donde, el 6 de Julio recibió permiso para partir a Siena. Allí paso varios meses custodiado por el arzobispo. Este señor era uno de sus fieles amigos.

Su prodigiosa actividad intelectual continuó durante todo este tiempo sin amainar en absoluto. En 1636, completó " DIALOGOS DE LAS CIENCIAS NUEVAS". La Iglesia había dictado una

prohibición general de imprimir libros suyos, pero Galileo consiguió que se lo imprimieran en Leyden, en 1638, como Holanda era un país protestante, donde la Iglesia de Roma no tenía ningún poder, Galileo simuló sorpresa ante la edición y Roma, no le pidió cuentas.

En noviembre de 1641, una fiebre lenta, complicada con dolores artríticos que se agudizaban, le condujo el 8 de Enero del siguiente año, a la muerte, a la edad de casi setenta y ocho años.

Su cadáver estuvo casi un siglo en la cripta de la Iglesia y finalmente, en un sarcófago de mármol en el centro de un gran monumento erigido en su honor, en cumplimiento de la última voluntad de uno de sus alumnos, Vicente Viviani.

CARTA DE GALILEO GALILEI
A DON BENEDETTO CASTELLI, EN PISA.

Florencia, 21 de Diciembre de 1615

Con esta carta, que gira en torno al pasaje de Josué, Galileo defiende su teoría.

Las Sagradas Escrituras, según él, no pueden errar, pero si pueden errar alguno de sus intérpretes y comentaristas. Lo más grave sería interpretarlas de forma literal, porque de esta manera se podría caer en blasfemias y herejías. Por lo tanto debe haber sabios intérpretes que les den el verdadero significado y que expliquen porqué razón han sido expresadas de esa manera. Las Escrituras tienen la única preocupación de adaptarse a la capacidad de los pueblos rudos e incultos, por ello no han tenido inconveniente en oscurecer los dogmas más esenciales.

Con todo esto se llega a que dos verdades no pueden contradecirse, por lo tanto, el deber de los sabios intérpretes es imponerse como fin el poder demostrar que los verdaderos significados de los pasajes Sagrados concuerdan con las conclusiones naturales.

En ésta expresa, que a él no le importaría enfrentarse con los "religiosos", porque sabe que de su parte tiene la verdad, y que ésta siempre vencerá, porque tiene ventaja sobre la parte adversaria.

Con todo esto llega a considerar el pasaje de Josué tomando la tercera aclaración que Benedetto Castelli hace Sus Altezas Serenísimas. El texto al pie de la letra dice "Dios paró el Sol y prolongó el día, a causa de la plegaria de Josué, para poder obtener la victoria". Este pasaje no

muestra la falsedad del sistema del mundo aristotélico ptolemáico, y que concuerda el de Copernico.

Finge un careo con su adversario (La Iglesia) dándose las mismas oportunidades. Otroga a éste, el que las palabras del texto Sagrado deben ser tomadas al pie de la letra, pero suponiendo que él tiene derecho a valerse de las mismas condiciones.

En primer lugar, preguntaría al adversario si sabe cuáles son los movimientos del Sol, si lo sabe tiene que decir que el Sol tiene dos movimientos: el movimiento anual de occidente a oriente y el movimiento diurno de oriente a occidente.

En segundo lugar, preguntaría si estos movimientos tan diferentes pertenecen al Sol y si le son igualmente propios. A lo cual está obligado a responder que no, ya que el otro es del primer móvil, según él, que arrastra al Sol, los planetas y la esfera estrellada, obligándoles a dar vueltas alrededor de la Tierra en 24 horas.

En tercer lugar, ¿cuál de estos movimientos, produce el día y la noche? ¿Es el movimiento del propio Sol o el del primer móvil? Resulta necesario responder que el día y la noche resultan del primer móvil y que del movimiento del propio Sol dependen las diferentes estaciones y el año en sí.

Si el día depende sólo del primer móvil ¿quién no ve que para aumentar la duración del día es necesario para el primer móvil y no el Sol? Quien tenga unos mínimos conocimientos de astronomía, debe reconocer que si Dios hubiera parado el Sol no hubiera alargado el día, sino que lo hubiera acortado.

A través de todo esto, llega a la conclusión de que cuando las Sagradas Escrituras dicen que Dios paró el Sol, lo que realmente quiere decir es que Él paró el primer móvil.

pero que como la gente sólo conocía la salida y puesta del Sol, se puso a su altura diciendo aquello. Por otra parte, Dios no paró el Sol, porque si no debería interrumpir el movimiento de las otras esferas y haber perturbado todo el curso de la naturaleza.

Ha descubierto, por lo tanto, también demostrado irrefutablemente que la bola del Sol, gira sobre sí misma. Por otra parte éste es el instrumento de la naturaleza, no solamente dando luz, sino el movimiento a todos los planetas que giran a su alrededor.

CARTA DEL SEÑOR GALILEO GALILEI, ACADEMICO LINCEO, ESCRITA
A LA SEÑORA CRISTINA DE LORENA, GRAN DUQUESA DE TOSCANA

Resumen:

Galileo vio cosas en el cielo antes no vistas, que le llevaron a reafirmarse en la teoría del heliocentrismo de Copérnico: la Tierra gira sobre sí misma y se desplaza alrededor del Sol, y le permitió explicar numerosos efectos naturales y recientes descubrimientos astronómicos.

Contradiendo radicalmente el sistema geocéntrico de Ptolomeo hasta entonces generalmente aceptado.

Otros filósofos y académicos mostraron mayor afición por sus propias opiniones que por la verdad.

"Como si yo hubiera puesto estas cosas en el cielo con mis propias manos para turbar la naturaleza y trastornar las ciencias."

Señaló que aquellos aplican las Sagradas Escrituras a la refutación de argumentos filosóficos y astronómicos que no han entendido, y se apoya en palabras de San Agustín: "Nada debemos creer temerariamente sobre algún asunto oscuro no sea que la verdad se descubra más tarde y, sin embargo, la odiamos por amor a nuestro error..."

Galileo creía erróneamente que a la doctrina del canónico Copérnico no se le habían puesto reparos y la consideraban como nueva y propia del mismo Galileo.

El motivo que los detractores de las teorías de Galileo

aducen es que en Las Sagradas Escrituras se recoge en muchos párrafos que el Sol se mueve y la Tierra se encuentra inmóvil y a esto Galileo se defiende arguyendo que los pasajes de la Escritura más allá de los estrechos límites de su sentido literal pueden ser interpretados de diversas maneras.

Escribe al respecto:

"Así como las proposiciones de las Escrituras, inspiradas por el Espíritu Santo, fueron desarrolladas en dicha forma por los sagrados profetas en aras a adaptarse mejor a la capacidad del vulgo, bastante rudo e indisciplinado, del mismo modo es labor de quienes se hallen fuera de las filas de la plebe, el llegar a profundizar en el verdadero significado y mostrar las razones por las cuales ellas están escritas con tales palabras..."

"Así las cosas, me parece que, al discutir los problemas naturales, no se debería partir de la autoridad de los pasajes de la Escritura sino de las experiencias de los sentidos y de las demostraciones necesarias. porque la Sagrada Escritura y la naturaleza proceden igualmente del Verbo divino, aquélla como dictado del Espíritu Santo, y ésta como la ejecutora perfectamente fiel de las órdenes de Dios....Dios no se revela de modo menos excelente en los efectos de la naturaleza que en las palabras sagradas de las Escrituras..."

"No puedo creer que Dios nos haya dotado de sentidos, palabra e intelecto, y haya querido, despreciando la posible utilización de éstos, darnos por otro medio las informaciones

que por aquellos podamos adquirir, de tal modo que aun en aquellas conclusiones naturales que nos vienen dadas o por la experiencia o por las oportunas demostraciones, debemos negar su significado y razón; no creo que sea necesario aceptarlas como dogma de fe, y máxime en aquellas ciencias sobre las cuales en las Escrituras tan sólo se pueden leer algunos aspectos, y aún entre sí opuestos...."

"...si los sagrados profetas hubiesen tenido la pretensión de comunicar al pueblo la situación y movimiento de los cuerpos celestes y, por consiguiente, tuviéramos nosotros que sacar de las Sagradas Escrituras tal información, no habrían, en mi opinión, tratado el tema tan poco, que es casi nada si lo comparamos con los infinitos y admirables resultados que dicha ciencia contiene y demuestra.

Y se refiere de nuevo a un libro de San Agustín que dice:

"...he de decir que nuestros autores sagrados comocieron sobre la figura del cielo lo que se conforma a la verdad, pero el Espíritu de Dios, que hablaba por medio de ellos, no quiso enseñar a los hombres estas cosas que no reportaban utilidad alguna para la vida futura."

Y respecto a las interpretaciones de la Escritura señala acudiendo a san Agustín:

"Si ocurriera que la autoridad de las Sagradas Escrituras se mostrara en oposición con una razón manifiesta y segura, ello significaría que quien interpreta la Escritura no la comprende de manera conveniente; no es el sentido de la

Escritura el que se opone a la verdad, sino el sentido que él ha querido atribuirle...creyendo que eso constituía su sentido..."

a lo que Galileo añade:

"...las Escrituras presentan, en numerosos pasajes, un sentido literal muy alejado de su sentido real, y como, además, no se puede estar seguro de que todos sus intérpretes estén divinamente inspirados, pues en tal caso no habría ninguna divergencia en las interpretaciones que que proponen, pienso que sería muy prudente no permitir que ninguno de ellos invocara algún pasaje de la Escritura con miras a postular como verdadera una conclusión natural que pudiera entrar en contradicción con la experiencia o con una demostración necesaria."

Cita diversos estudiosos que han defendido la estabilidad del Sol y la movilidad de la Tierra, como:

Pitágoras, heráclito del Ponto, Filolao, Platón, Aristarco de Samos, Seleuco, Hicetas y fue desarrollada y confirmada por las numerosas observaciones y demostraciones de Nicolás Copernico

Señala Galileo que sus detractores "Para explicar y confirmar su manera de ver arguyen que, como la teología es la reina de todas las ciencias, de ningún modo debe ella rebajarse para acomodarse con las proposiciones de las otras ciencias inferiores, sino que, todo lo contrario, esas otras ciencias deben remitirse a ella como la reina suprema, y modificar sus conclusiones de acuerdo con los estatutos y

decretos de la teología:

A lo que él contesta:

"Si la teología, ocupada en las más excelsas contemplaciones divinas ocupa el trono real entre las ciencias, por razón de esta su dignidad, no le está bien rebajarse hasta las humildes especulaciones de las ciencias inferiores, y no debe ocuparse de ellas porque no tocan a la beatitud. Por ello los ministros y los profesores de teología no deberían arrogarse el derecho de dictar fallos sobre disciplinas que no han estudiado ni ejercitado.

Galileo estima que corresponde a quienes consideren falsas las conclusiones naturales de mostradas el probar la falsedad de las mismas.

Por ello, como Copérnico conocía la fuerza con que están arraigadas en nuestro espíritu las antiguas tradiciones y los modos de concebir las cosas que nos son familiares desde la infancia, tuvo buen cuidado después de haber demostrado que los movimientos que nos parecen propios del Sol y del firmamento son en verdad propios de la Tierra.

Cuando los teólogos se han puesto a estudiar esta proposición no la han considerado errónea, como se lee en los comentarios de Diego de Zúñiga (agustino, profesor de Teología en Osuna, fue el primer introductor y defensor del sistema copernicano en la península Ibérica) sobre Job en el capítulo 9, versículo 6, a propósito de las palabras : que remueve la Tierra de su lugar etc..., donde se nos presenta una larga discusión acerca de la posición de Copérnico, y se concluye que la movilidad de la Tierra no va contra las Escrituras.

Declaro estar dispuesto a suscribir por entero las opiniones de los sabios teólogos, bajo la condición de que éstos examinen con mayor cuidado las experiencias y observaciones, los argumentos y las demostraciones de los filósofos y de los astrónomos, ya en un sentido, ya en otro. Pero no cabría admitir que ellos se permitieran formular conclusiones sin haberse entregado a un estudio atentísimo de todos los argumentos en un sentido o en otro y sin haberse asegurado de la exactitud de los hechos. Pues la Sagrada Escritura, bien entendida y bien utilizada, jamás puede según la opinión de los teólogos, entrar en oposición con experiencias manifiestas y demostraciones necesarias.

San Agustín agrega que ninguna proposición puede ir en contra de la fe si no se demuestra que es falsa, al decir :

" Tampoco es contra la fe, mientras no se refute con evidencia clarísima. Si esto llegara a suceder, diremos que no lo afirma la Escritura, sino que lo crea la humana ignorancia".

Vemos cuan grande es el riesgo de que se revelen falsas las interpretaciones que hayamos dado de la Escritura, por ello conviene buscar con ayuda de la verdad demostrada, el sentido seguro de la Escritura, y no un sentido que simplemente se atuviera a la significación literal de los términos.

Vanos serían los esfuerzos de quienes pretenden condenar la creencia en la movilidad de la Tierra y la estabilidad del Sol, si primeramente no demuestran que esta proposición es imposible falsa.

Me apresuro a decir que hablo siempre con las mismas reservas, a decir, preocupado por no mostrarme tan apegado a mis ideas que era preferirlas a las de los otros, y creer que no se las puede hallar mejores ni más conformes con la intención de los Textos Sagrados.

Podría señalar, los cuales, impresionados por mis últimos descubrimientos, han reconocido que se imponía cambiar la concepción que hasta entonces se tenía del mundo, porque de modo alguno podía ésta sostenerse ya.

Si para descartar esta opinión y esta doctrina, bastara con cerrar la boca a una sola persona, como piensan quienes toman su propio juicio como medida del de los demás, muy asunto sería ; se necesitaría, no ya sólo prohibir el libro de Copérnico y toda la ciencia astronómica, sino impedir a los hombres que miraran al cielo. Habría que impedir tantas otras observaciones hoy admitidas por todos que concuerdan perfectamente con la concepción de Copérnico.

Prohibir la doctrina de Copérnico me parecería ir contra la verdad. Significaría ello que no se toma en cuenta centenas de pasajes de las Escrituras, donde se nos enseña que la gloria y magnificiencia de Dios se muestran admirablemente en todas sus obras, y que se leen en el libro del cielo (El tema del "libro del cielo", "libro del mundo", "libro de la naturaleza", es un símbolo del medievo).

Se afirma que las proposiciones naturales que las Escrituras presentan, han de entenderse según el sentido directo de las palabras y que se las debería aceptar y tener por totalmente veraces. Creo necesario observar a este respecto, que entre las proposiciones naturales, las hay tales, que sólo pueden ser objeto de una opinión probable y de una conjetura verosímil, pero no de una ciencia segura y demostrada ; tal es el caso, por ejemplo, de la afirmación : "las estrellas son animadas". Pero hay otras proposiciones cuya indudable certeza puede probarse mediante prolongadas observaciones y demostraciones necesarias. Tal es el caso de si la Tierra y el Sol se mueven o no, o si la Tierra es o no esférica. En cuanto a las primeras, corresponde atenerse totalmente al sentido literal de las Escrituras ; pero en cuanto a las otras, corresponde asegurarse de los hechos, sólo entonces se descubrirá el verdadero sentido de las Escrituras.

Dos verdades no pueden contradecirse nunca. Esta doctrina la hallo expuesta por San Agustín. Este declara que cuando los astrónomos afirman que la Tierra es redonda, debe creerse en la autoridad de las Escrituras, en caso que lo declarado por los astrónomos sea falso o fundado en conjeturas de la debilidad humana ; pero, cuando sostengan proposiciones fundadas sobre razonamientos indudables, afirma que entonces ha de demostrarse que lo que las Escrituras dicen no se contradice con esas demostraciones verdaderas.

Una vez obtenido este conocimiento, hay que aplicarse a buscar el sentido exacto de las Sagradas Escrituras en los pasajes que en apariencia parecieran no concordar con ese saber natural.

En el preciso instante en que la estabilidad del Sol y el movimiento de la Tierra queden probados por los sabios como ciertos y demostrados, debe dejarse subsistir la creencia contraria en la mayoría de los hombres ; si se diera a interrogar a mil hombres del pueblo acerca de estas cuestiones, no se hallaría sin duda uno sólo que no considerara como perfectamente demostrado que el Sol se mueve en tanto la Tierra permanece inmóvil. Pero nadie debe tomar ese asentimiento popular común como argumento de la verdad.

Para no perturbar la escasa capacidad del pueblo, y permitirle que acepte la fe y sus artículos principales, ese modo de obrar se revela necesario, no cabe asombrarse por qué las divinas Escrituras hayan procedido según él. No es, por cierto, tan sólo el respeto a la incapacidad del vulgo, sino el deseo de respetar las maneras de pensar de una época, lo que los escritores sagrados, en las cosas que no son necesarias para la beatitud, se adecuén más a las costumbres admitidas que a la existencia de los hechos. En ese sentido, escribió San Jerónimo : " Hay muchos pasajes de las Escrituras que deben interpretarse según las ideas del tiempo y no según la verdad misma de las cosas ".

Y el mismo santo declara en otro lugar :
" En las Sagradas Escrituras es habitual que el narrador presente muchas cuestiones según el modo como en su época se la entendía ".

Santo Tomás, por su parte , en el capítulo 27 de su comentario sobre Job, a propósito del pasaje en que se dice que se extiende el Aquilón (Norte, Polo Artico, Viento del Norte) sobre el vacío, y suspende la Tierra por encima de la nada, señala que las Escrituras llaman vacío y nada al espacio que abarca y rodea la Tierra, respecto del que sabemos, por nuestra parte, que no está vacío, sino lleno de aire. Si las Escrituras hablan de ese modo es adecuarse a la creencia del pueblo vulgar, que piensa en un espacio semejante no hay nada. Se concluye que por tal motivo tuvo razón en declarar que el Sol es móvil y la Tierra inmóvil, porque, si interrogamos a los hombres del común, los hallaríamos mucho menos dispuestos a comprender que el Sol es inmóvil y la Tierra móvil, que a entender que el espacio que nos rodea está lleno de aire.

Por ello, como Copérnico conocía la fuerza con que están arraigadas en nuestro espíritu las antiguas tradiciones y los modos de concebir las cosas que nos son familiares desde la infancia, tuvo buen cuidado después de haber demostrado que los movimientos que nos parecen propios del Sol y del firmamento son en verdad propios de la Tierra.

Cuando los teólogos se han puesto a estudiar esta proposición no la han considerado errónea, como se lee en los comentarios de Diego de Zúñiga (agustino, profesor de Teología en Osuna, fue el primer introductor y defensor del sistema copernicano en la península Ibérica) sobre Job en el capítulo 9, versículo 6, a propósito de las palabras : que remueve la Tierra de su lugar etc..., donde se nos presenta una larga discusión acerca de la posición de Copérnico, y se concluye que la movilidad de la Tierra no va contra las Escrituras.

Declaro estar dispuesto a suscribir por entero las opiniones de los sabios teólogos, bajo la condición de que éstos examinen con mayor cuidado las experiencias y observaciones, los argumentos y las demostraciones de los filósofos y de los astrónomos, ya en un sentido, ya en otro. Pero no cabría admitir que ellos se permitieran formular conclusiones sin haberse entregado a un estudio atentísimo de todos los argumentos en un sentido o en otro y sin haberse asegurado de la exactitud de los hechos. Pues la Sagrada Escritura, bien entendida y bien utilizada, jamás puede según la opinión de los teólogos, entrar en oposición con experiencias manifiestas y demostraciones necesarias.

San Agustín agrega que ninguna proposición puede ir en contra de la fé si no se demuestra que es falsa, al decir :

" Tampoco es contra la fe, mientras no se refute con evidencia clarísima. Si esto llegara a suceder, diremos que no lo afirmaba la Escritura, sino que lo creía la humana ignorancia".

Vemos cuan grande es el riesgo de que se revelen falsas las interpretaciones que hayamos dado de la Escritura, por ello conviene buscar con ayuda de la verdad demostrada, el sentido seguro de la Escritura, y no un sentido que simplemente se atuviera a la significación literal de los términos.

Vanos serían los esfuerzos de quienes pretenden condenar la creencia en la movilidad de la Tierra y la estabilidad del Sol, si primeramente no demuestran que esta proposición es imposible y falsa.

Me apresuro a decir que hablo siempre con las mismas reservas, es decir, preocupado por no mostrarme tan apegado a mis ideas que era preferirlas a las de los otros, y creer que no se las puede hallar mejores ni más conformes con la intención de los Textos Sagrados.

Si atendemos a la nobleza del Sol, fuente de la luz y que ilumina, como lo he demostrado en forma categórica, no solamente a la luna y a la Tierra, sino a todos los otros planetas, los cuales, por sí mismos, son oscuros, no creo que se filosofara más si se dijera que él es el principal ministro de la naturaleza y, en cierto modo el alma y el corazón del mundo; que aporta a los otros cuerpos que le rodean, no solamente la luz, sino también el movimiento, y esto último, por revolución sobre sí mismo.

Hoy, por considerarlo falso, creen que las Escrituras sólo contienen pasajes que lo contradigan, cuando lo hayan reconocido por verdadero, hallarán numerosísimos pasajes que con él concuerden; quizás reconozcan entonces con cuanta justicia declara la Iglesia que Dios ha puesto el Sol en el centro del Cielo, y que él, en consecuencia, girando sobre sí mismo como un rueda, asegura el movimiento de la Luna y de los astros errantes.

BIBLIOGRAFIA

BANFI, A.: Vida de Galileo Galilei, Alianza Editorial, 1.967

GALILEI, G.: Cartas copernicanas, Ed. Alhambra, 1.988

COLECCION CAMINOS ABIERTOS: Galileo Galilei, Ed. Hernando, 1.977

GALILEO

HOY

**M^a DEL CARMEN PEREZ VERONA
M^a DEL CARMEN BENITEZ MENDOZA
LAURA AGUIAR CASTELLANO
NURIA HERNANDEZ PEREZ
M^a DEL PINO TEJERA FRANCES**

**GRUPO: 3ºG
CURSO:92-93.**

GALILEO, HOY

INTRODUCCIÓN

Para la historia, o lo que es lo mismo, para "volver la vista y el resto de los sentidos atrás" es necesario haber logrado la distancia suficiente. Esa distancia espacio-temporal que nos permite percibir, comprender y valorar desde el presente lo que ayer fue el <<día a día>>. Por eso, a primera vista, puede parecer que 351 años de separación, desde la muerte de Galileo a nuestros días, es tiempo harto suficiente como para posibilitar esa perspectiva de análisis. Sin embargo, la tarea no es de hecho fácil, pues entre otros avatares, hasta bien entrado nuestro siglo, no se comenzará a traducir sus obras, quedando aún hoy parte de ese legado por descifrar para la generalidad.

Así pues, siendo conscientes de nuestro escaso continente informativo a cerca del personaje, en las páginas siguientes intentaremos ofrecer una breve panorámica de **"GALILEO HOY"** desde tres enfoques diferentes: Iglesia, Ciencia y Sociedad (entendida esta como población en general).

LA IGLESIA. HOY

"Hoy se ha recibido noticias del fallecimiento del señor Galileo, perdida que conmociona Florencia y a todo el mundo, así como a todo este siglo cuyo esplendor debe a este hombre divino mucho mas que a casi todos los demás filósofos. Ahora, al cesar la envidia, se comenzará a reconocer cuán sublime era ese intelecto, que servirá como guía a toda la posteridad en la búsqueda de la verdad".

- Luque Holste, 1642 -

Juan Pablo II, rehabilitó el 31 de Octubre del 92 con la mayor de las solemnidades al astrónomo Galileo Galilei, 350 años, 4 meses y 2 días después de la sentencia de la Inquisición, donde fue encarcelado, amenazado, torturado y desterrado con ciertos reparos.

Wojtyla denunció los errores de los teólogos que dieron pie a su condena aunque lo justificó, porque se ajustaban al modo en el que por entonces se interpretaba la Sagrada Escritura.

En el acto se dio a conocer el informe de la comisión vaticana que ha trabajado once años en el caso, a pesar de que es en 1.979 cuando el Papa Juan Pablo II propone cautelosamente que se revoque la condena que pesaba sobre Galileo, pronunciada trescientos cuarenta y seis años antes, y es en 1.983 cuando ordena la reapertura del expediente. Este hecho coincide con la conmemoración del primer centenario de Albert Einstein. Durante este discurso sus palabras fueron : " Pretendo que teólogos, científicos e historiadores, animados de un espíritu de sincera colaboración, profundicen el examen

GALILEO, HOY

del caso de Galileo y remuevan las desconfianzas que aquel proyecto todavía en la mente de muchos, a la fructuosa concordia entre ciencia y fe, entre la Iglesia y el mundo", afirmó el pontífice.

Hoy, 10 años después, en su informe de rehabilitación, el Papa no descalificó al Tribunal de la Inquisición que lo condenó, ya que según él, toda esta historia ha estado marcada por una trágica incompreensión recíproca entre teólogos y hombres de ciencias.

A pesar de estas palabras, ya desde este momento del proceso, se cuestionó que los motivos de dicha condena fueron otros como así lo manifestó Gremberger, célebre matemático jesuita en estas palabras: "Tal vez, si Galileo hubiese sabido conservar el afecto de este Colegio, viviría con gloria entre las gentes, no le hubiera sucedido ninguna desgracia y habría podido escribir a su gusto de esto y lo otro, incluso sobre el movimiento de la tierra".

Según otros autores, el hecho de que la condena de Galileo fuese difundida en toda Europa, Viena, Praga, Madrid, París,...., por mediación de la Santa Sede, prueba que se trataba en realidad de un asunto político que la Iglesia quiso presentar como ejemplarizador.

En torno a esto existen dos vertientes, que explican el porqué de la condena: Por un lado nos encontramos la que dice que cuando Urbano VIII fue elegido en 1.623, los círculos universitarios italianos, incluido Galileo, pensaron que soplaría cierto aire de liberalidad. Galileo dedicó entonces a Urbano VIII su polémico Saggiatore, pero en 1.623, esa protección cesó bruscamente y le hizo ver a Galileo que el Papa se había

GALILEO, HOY

sentido aludido en uno de los personajes de este libro. Esto unido a ciertas dificultades de tipo político y al hecho de ser acusado de demasiado liberal y de favorecer la herejía protestante, además de ser indirectamente acusado durante el proceso de Galileo, le hizo colocarse en una posición muy frágil que explica su cambio de actitud, ¡Puesto, qué mejor prueba que ofrecer a sus adversarios la condena de su protegido!

Por otro lado, en 1.983 Pietro Redondi dice que Galileo había formulado una teoría atomista de la materia que ponía en tela de juicio el sacramento de la eucaristía, es decir, la presencia "real" de Cristo en el pan y en el vino de la comunión. Contrariado por dejar a Galileo frente a una acusación tan grave, Urbano VIII, supo arreglárselas y desvió la acusación hacia la condena del heliocentrismo, que no implicaba la hoguera. Siendo un hecho anecdótico, el que el Cardenal Pierre de Birulle elaboró en aquel momento una teoría acerca del Cristo heliocéntrico, de acuerdo con el sistema copernicano y nunca fue importunado por la Inquisición.

Después de estas explicaciones, quién podría contestar a la pregunta ¿Era Galileo un hereje?

Siguiendo con el acto de rehabilitación, decir que en el discurso ante los miembros de la Pontificada Academia de las Ciencias y del cuerpo diplomático, el Papa calificó a Galileo de "físico genial" y "creyente sincero", que se mostró más perspicaz en la interpretación de la Escritura que sus adversarios teólogos.

Juan Pablo II continuó con su discurso y con la exaltación de la figura de Galileo, como científico y como creyente: " La mayoría de los teólogos de entonces no percibían la distinción formal entre la Santa Escritura y su interpretación, lo que lleva

GALILEO, HOY

a una trasposición indebida al campo de la fe de una cuestión de investigación científica".

En tiempo de Galileo solo había dos puntos de referencia del cosmos: el Sol y la Tierra. Pero hoy, después de Einstein - agregó el Papa- ninguno de estos dos puntos de referencia tiene la importancia de entonces y existe una visión más amplia, lo que no quita validez a la posición de Galileo en el debate.

Sin embargo el cardenal Poupard, que ha sido encargado de la Comisión vaticana que ha revisado el "caso Galileo", consideró el error del Santo Oficio "de buena fe", porque los miembros del citado tribunal creyeron que la adopción de la teoría heliocéntrica podría minar la tradición católica.

Para Poupard "este error de juicio tan claro en nuestros días les llevó a una medida disciplinar que hizo sufrir a Galileo, pero se trata de reconocer estos fallos".

Además Woytyla destacó el papel que ha tenido el desarrollo de las ciencias en la revisión del "caso Galileo". El avance de las ciencias históricas, que permitieron adquirir nuevos conocimientos sobre la Biblia y el medio Bíblico, es en general, la distinción entre la Biblia y las posibles interpretaciones que de ella se pueden hacer.

Quizás una vez leído todo esto, muchos se preguntarán el porqué de la rehabilitación después de tanto tiempo, y en este preciso momento. Y quizás, también, esta pregunta podría ser contestada con el hecho de que es ahora cuando el Vaticano cuenta con dos observatorios privilegiados para contemplar las estrellas , momento aprovechado por Juan Pablo II para poner la mirada en el futuro.

GALLEO, HOY

LA CIENCIA, HOY

<< Sin duda llegará un día en que los hombres de ciencia, más ilustrados, deplorarán la desgracia de Galileo y la injusticia cometida con tan gran hombre. Pero, entre tanto, habrá que asumirla y no lamentarse sino en secreto>>.

- Paolo Scarpi, 1611 -

A buen seguro que esta cita del que fuera amigo y discípulo de Galileo, era para Scarpi más un deseo que una certeza, pues indudablemente la intolerancia e intransigencia de la Iglesia dominante, no impediría, ni aún en su momento, que el legado de este "herético científico" contribuyera, como se ha dicho en reiteradas ocasiones, al nacimiento de una "NUEVA CIENCIA": La "CIENCIA MODERNA", una de cuyas consecuencias es la Ciencia Actual.

... "Galileo se dio cuenta de entrada, que el nuevo sistema del mundo exigía un nuevo modo de pensar y unas nuevas maneras de abordar el estudio de la Naturaleza".

("La Revolución Científica", 1.987)

De ahí que hablar de "GALILEO HOY", desde la perspectiva de la Ciencia, sea entre otras consideraciones, tratar de una serie de principios y postulados teóricos a cerca de aspectos de FÍSICA, MATEMÁTICAS y ASTRONOMÍA que han quedado fijados, entremezclados y en algunos casos superados, por el transcurso del tiempo y el desarrollo científico-técnico.

GALILEO, HOY

Valga de este modo, como muestrario de sus aportaciones más conocidas y relevantes, el siguiente:

1.- "Relatividad galileana" --> Los cuerpos no cambian su naturaleza por el reposo o movimiento, sino que varían de posición. Así pues los movimientos se diferencian en aspectos cuantitativos (dirección, sentido, espacio, tiempo). Es decir, para diferenciarlos hay que aplicar el ANÁLISIS MATEMÁTICO, y es así como se sientan las bases para el nacimiento de la CINEMÁTICA.

2.- "Heliocentrismo", demostración física de que la Tierra se mueve.

3.- "Bases conceptuales de la Nueva Física":

- Principio de la relatividad del movimiento.
- Principio de la conservación del movimiento.
- Principio de la composición del movimiento.
- Posibilidad de la existencia del vacío.

Así pues, como ante cualquier reflexión sobre algo o alguien pretérito, parece caber aquello de "¿Qué hubiera sido de... si ...?". Sin embargo, planteamos que hubiera podido ser de la Ciencia actual, sin las aportaciones de Galileo no tiene demasiado sentido, pues ya el tiempo se ha encargado, al igual que lo ha hecho con otros personajes y sus obras, de situar sus ideas en el lugar de la evolución del conocimiento, que le corresponde. Y si no, sirva aquí como testimonio de lo afirmado, las palabras del propio Albert Einstein, recogidas en su obra "La evolución de la Física", según las cuales:..."Los mayores genios creadores fueron Galileo y Newton,

GALILEO, HOY

a los que de alguna forma , considero como unidad. Ellos fueron los primeros en crear en mecánica, un sistema fundado en muy pocas leyes, formulando una teoría general del movimiento, que es válida para el conjunto de los acontecimientos del Universo".

Pero al margen incluso de las opiniones de Einstein, el valor de un legado, en este caso científico, puede que no deje nunca de sopesarse, pues quién le iba a decir al mismo Galileo que 3 siglos después de que él observara en 1.612 un astro muy luminoso, con su hoy rudimentario telescopio, dos astrónomos norteamericanos, en 1.980, constatarán que tal fenómeno se trataba de Neptuno, el 8º planeta de nuestro sistema solar.

Y es que, como expresa el sentir más profano, "los tiempos adelantan que es una barbaridad" y quién sabe si a modo del más moderno y sofisticado telescopio, algunas de las aportaciones del genio florentino, analizadas desde técnicas y procesos informáticos actuales, sirvan en un futuro no muy lejano, para descifrar ciertos misterios sobre lo que algunos han dado en llamar "la gran explosión de hace quince mil millones de años".

LA SOCIEDAD. HOY

" No digas que tu nombre ha sido borrado "de libro viventium", porque no es así, no en el resto del mundo ni en tu propia patria. Más bien me parece que si tu nombre y tu reputación estuvieron alguna vez ensombrecidos, ahora vuelven a brillar con más esplendor si cabe; y eso no me sorprende porque, por lo general, Nemo profeta accettus est in patria sua".

Sor María Celeste (su hija).

OPINIONES

** Opinión I:

Francisco Umbral (escritor) ha reflexionado sobre Galileo Galilei y llega a estas conclusiones:

" La Iglesia se ha precipitado esperando tantos años para perdonar al hereje, el cual, en el plano religioso sustituyó a Dios por el Sol y en el plano político, llega a estar más a la izquierda que lo que era normal en esa época".

Pienso que con Galileo se cierra una época y se abre otra más moderna: enseñanza mixta, el pón-telo-pón-selo, el amor libre, Madonna, etc. Todo eso que ahora vuelve a estar mal visto.

GALILEO, HOY

Lo de Galileo, por parte del Vaticano ha sido un error. No era el momento de sacarlo en procesión ahora que el mundo ha vuelto a coger la postura y disfrutar de una felicidad tonta y de derechas.

**** Opinión II:**

Según Manuel Hidalgo, periodista y escritor :

"El mérito de Galileo fue grande porque si se mira por la ventana, como Galileo hacía, la conclusión a la que llegó es la siguiente: "el Sol es el que se mueve y no la Tierra".

Si hasta Galileo la ciencia no fue capaz de dar en el clavo con lo del Sol y la Tierra, quizás a mi me puedan responder a la siguiente pregunta, teniendo en cuenta que en la ciencia todo es relativo: ¿Llegará a establecerse la inmortalidad del alma?

Las ciencias adelantan que es una barbaridad, pero también es cierto que, como en el Vaticano, hay cosas de palacio que van despacio.

CARTA A GALILEO

Cayetano López es rector de la Universidad Autónoma de Madrid y él ha decidido escribirle una carta a Galileo en la que le cuenta lo siguiente:

"Te han condenado por defender una concepción que parecía ir en contra de los principios y dogmas de la Iglesia. Sin embargo, en la actualidad esa concepción es aceptada universalmente y hasta enseñada en las escuelas. Dicen que todo es fruto de un mal entendido; no acababan de entender bien tus teorías, las cuales no fueron demostradas, según ellos, con suficiente seguridad, por eso te condenaron.

Al parecer tu tampoco les entendías a ellos. Sin embargo muchas cosas han cambiado y he de decirte que han hecho numerosos descubrimientos utilizando el método que tú usaste. No obstante, aún siguen existiendo instituciones que se resisten a aceptar lo que el pensamiento va descubriendo, incluso utilizando si es preciso el poder, la justicia o la fuerza para imponerse.

Como ves, no hay avances en este sentido, nos siguen haciendo falta muchos hombres y mujeres como tú, capaces de luchar. No te puedes hacer una idea de hasta qué punto tu vida ha sido valiosa en esa lucha por un mundo más sensato, libre y humano".

GALILEO, HOY

REFLEXIÓN

En la actualidad el desconocimiento, a nivel general, sobre Galileo es casi absoluto. Aunque hay que tener en cuenta, que algunas memorias se han "refrescado" con las noticias que nos informan sobre la rehabilitación que el Papa Juan Pablo II ha hecho en el caso de Galileo Galilei, 351 años después de su muerte.

Sobre él nos podemos encontrar, si queremos informarnos de su vida y de sus descubrimientos científicos, una bibliografía más o menos amplia, teniendo en cuenta que el S. XVIII nos ofrecía más de 150 obras y el S. XIX una treintena de biografías. Pero hubo que esperar hasta el tricentenario de su muerte (1.942), para que se pensase en traducir sus obras. Sigue sin haber una traducción completa de la obra que fue la causa oficial, aunque no la principal, de su condena: **DIÁLOGO SOBRE LOS DOS SISTEMAS DEL MUNDO**. El libro se divide en cuatro estaciones y sólo de la tercera existe una traducción. Lo mismo pasa con su correspondencia (cerca de 2.000 cartas).

A continuación se expone una relación de obras del autor y sobre él mismo:

BIBLIOGRAFIA OBRAS DE GALILEO:

- Cartas a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión. Alianza, Madrid, 1.987.
- Cartas copernicanas. Alhambra, Madrid, 1.986.
- Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos ciencias nuevas. Nacional, Madrid, 1.981.
- Diálogo sobre los sistemas máximos.

GALILEO, BOY

- Jornada 3, Aguilar, Madrid, 1.977.
- Jornada segunda de los diálogos sobre dos nuevas ciencias. Alpuerto, Madrid, 1.982.

BIBLIOGRAFIA SOBRE GALILEO:

- BERTRAN Mari, A., Galileo, Barcanova, Barcelona , 1.983.
- COSTABEL, P., l'atomisme, face caché de la condamnation de Galilée?. La vie des Sciences, tomo IV, París, julio-agosto 1.987.
- CHIATTO, Fr., y MARCONI, S., Galilée, entre le pouvoir et le savoir. Alinéa, París, 1.988.
- DRAKE, S., Galileo. Alianza, Madrid, 1.986.
- EINSTEIN, A., La evolución de la física. Salvat, Barcelona, 1.986.
- HEMLEBEN, J., Galileo, Salvat, Barcelona, 1.987.
- SANTILLANA, G. de, Le procès de Galilée. Club du meilleur livre, París, 1.955.
- REDONDI, P. (obra bajo la dirección de) Galileo Galilei, 350 ans d'histoire (1.633-1.983).
- CHERAQUI YVES, Yo Galileo. Ed. Anaya. Madrid.1990

CITAS

1.- LUTERO, 4-6-1.539.

<< Un astrólogo advenedizo que pretende probar que es la Tierra la que gira y no el cielo, el firmamento, el Sol o la Luna (...). Este loco echa completamente por tierra la ciencia de la astronomía, pero las Sagradas Escrituras nos enseñan que Josué ordenó al Sol, y no a la Tierra, que se detuviese >> .

2.- GREMBERGER, Marzo de 1.623.

<< Tal vez, si Galileo hubiese sabido conservar el afecto de este Colegio, viviría con gloria entre las gentes, no le hubiera sucedido ninguna desgracia y habría podido escribir a su gusto de esto y lo otro, incluso sobre el movimiento de la Tierra >> .

3.- ALBERT EINSTEIN, " La evolución de la física".

<< El descubrimiento y empleo del razonamiento científico por Galileo es una de las conquistas más importantes en la historia del pensamiento humano, marcando el comienzo real de la física (...). Los mayores genios creadores fueron Galileo y Newton, a los que, de alguna forma, considero como una unidad. Ellos fueron los primeros en crear, en mecánica, un sistema fundado en muy pocas leyes, formulando una teoría general de movimiento, que es válido para el conjunto de los acontecimientos del universo >> .

GALILEO, HOY

ITINERARIO

Como colofón a este sintetizado análisis sobre la figura de Galileo Galilei hoy, ofrecemos a continuación los pasos de un itinerario que el viajero interesado sobre el personaje podría realizar por aquellos rincones de la geografía más cercana a Galileo, y entre los que discurrió su vida.

* La vida de Galileo se desarrolló en tres ciudades italianas: Pisa, Padua y Florencia.

* Tras habernos familiarizado con el personaje, podríamos realizar una visita a FLORENCIA, ciudad en la que Galileo pasó los 30 últimos años de su vida. Allí podríamos visitar su tumba, situada en la iglesia de Sta. Croce, flanqueada por las de Miguel Angel, Maquiavelo y Dante. Así mismo, también en esta ciudad existe un templo dedicado a "Galileo mártir". Construido en el S. XIX, este edificio alberga, bajo cristal el índice magnificado del sabio, apuntando inmóvil hacia el Sol y el Cielo.

* Después de Florencia, podemos pasear por una colina de los alrededores, ARCETRI, donde se encuentra su casa.

* A 22 Km. de la ciudad, en la vertiente occidental del monte SECCHIETA, se sitúa el monasterio en el que Galileo cursó sus primeros estudios.

* La etapa siguiente es PISA. En el nº 26 de la vía Sta. María, su casa natal, conservada en su primitivo estado, es hoy el Centro de Estudios Galileanos y de Hª de la Ciencia. A parte de sus inventos, y entre ellos los primeros catalejos, pueden consultarse en la biblioteca todos sus manuscritos, así como los textos que se han

escrito sobre él.

* Antes de abandonar Pisa, al pie de la Torre Inclinada podemos imaginar fácilmente la experiencia sobre la caída de los cuerpos que, según ciertos autores, no habría realizado nunca. Sin embargo, en lo alto de la torre, en la biblioteca, están expuestas las dos bolas supuestamente lanzadas, así como una carta de Galileo al respecto.

* La Universidad de Padua ha conservado la Cátedra con sus viejos escalones de madera, desde los que Galileo enseñó durante 18 años ante centenares de estudiantes estupefactos por la originalidad de sus demostraciones.

* La última etapa de este peregrinaje italizano es ROMA. Aquí podemos realizar una pausa en los jardines de Villa Médicis, donde inmediatamente después de su proceso, Galileo fue hospedado por el embajador Niccolini. Después podemos visitar el palacio del Santo Oficio, en la ciudad del Vaticano, y luego las iglesias de Sta. Maria Sopra Minerva, lugar en el que tradicionalmente se leían las sentencias del Santo Oficio, y donde aún parecen flotar las palabras que una leyenda vengativa le hizo murmurar:

<<...Y SIN EMBARGO SE MUEVE>> .

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- **CHERAQUI YVES, Yo Galileo**. Editorial Anaya, Madrid, 1.990.
- **Biblioteca de Recursos didácticos Alambra, La Revolución Científica (S.XV-XVII)**, Madrid 187.
- **Sezia CAMINOS ABIERTOS por Galileo Galilei**. Editorial Hernando, Madrid, 1.977.
- **GEYMONAT LUDOVICO, Galileo Galilei**. Ediciones Península, Barcelona, 1.969.
- **DIGGES THOMAS, Opúsculo sobre el movimiento de la tierra**. Editorial Alianza, Madrid, 1.986.
- **DRAKE STILLMAN, Galileo**. Alianza Editorial, Madrid, 1.983.

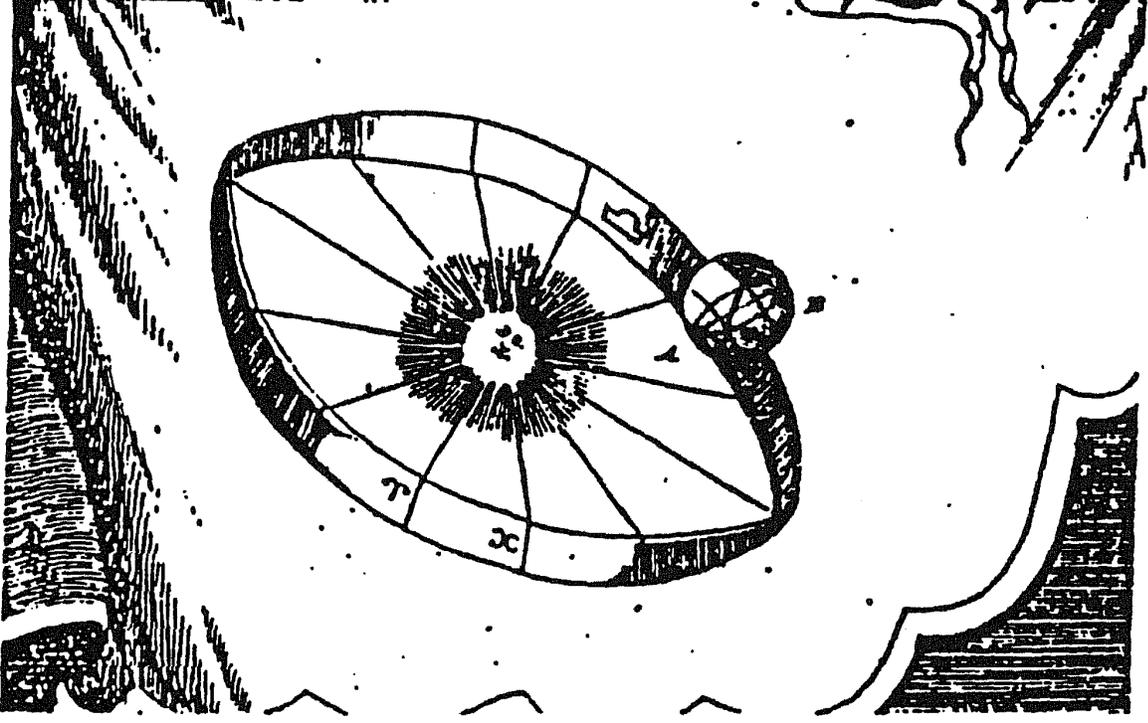
REVISTAS

- **De Galileo al Hubble** por Jose Manuel Nieves. Muy Interesante, nº 117, Febrero 1.991.
- **Galileo historia de un científico rebelde**, por Patricia Hernandez. Conocer nº 108 Enero.

PERIODICOS

- **Juan Pablo II rehabilita hoy a Galileo. 359 años después de que fuera condenado**. Autor Egurbides Perú, El País 31 de Octubre.
- **Querido Galileo**, López Cayetano, El País.
- **Y sin embargo se mueve**, Frescueda Carlos, El País.
- **Se mueve, pero...**, Fresneda Carlos, El Mundo, 1 de Noviembre de 1.992.
- **Galileo, el hereje rehabilitado**, Vidal Jose Manuel, El Mundo, 1 de Noviembre de 1.992.
- **E puz, si musye...una non troppo**. Unidad Editorial S.A. El Mundo, 1 de Noviembre de 1.992.
- **Galileo**. Umbral Francisco, El Mundo, 6 de Noviembre de 1.992.
- **Mirando por la ventana**, Hidalgo Manuel. El Mundo.
- **La Revolución científica**. Sanchez Navarro Jesús, Canarias 7, 4 de Octubre de 1.987.

GALEGO, ROY



NICOLÁS COPÉRNICO. TEORÍA HELIOCÉNTRICA.

Gustavo García Barrera.

Pino Jasso Cabrera.

José M. Pacheco Morales.

Pino Sanchez Valido.

Teresa Tavío Mendoza.

¿Quién fue Copérnico?

Astrónomo polaco que vivió desde 1473 a 1543 y que es considerado el fundador de la astronomía moderna.

Desde 1491 a 1495 estudió astronomía en Cracovia.

Desde 1496 a 1500 cursó astronomía y derecho en Polonia.

En 1500 enseñó astronomía en Roma.

En 1501 fue nombrado canónigo de la catedral de Frauentburg y prosigue sus estudios en la facultad de medicina de Padua y derecho en Ferrara, graduándose doctor en 1503.

En 1506 regresó a Polonia para ponerse al servicio de su tío el obispo de Ermland, hasta 1512, año en que tomó posesión de su canonjía de Frauentburg que conservó hasta su muerte.

Causas de la Teoría Heliocéntrica.

Según los antiguos, la astrología, más que al trabajo y a las necesidades cotidianas, estaba ligada a su destino y al de la nación. En efecto, identificaban los cuerpos celestes con los dioses.

Al concebir la astronomía como una ciencia tradicional y poco práctica tiene todavía cierta justificación si se piensa en los quince siglos de predominio tolemaico del universo

con sus implicaciones antropocéntricas. La religión, la filosofía y el arte estaban impregnados de él.

La teoría tradicionalmente aceptada hasta los tiempos de Copérnico era la geocéntrica de Tolomeo, la cual postulaba la inmovilidad de la Tierra alrededor de la cual giraban el Sol, las estrellas y los planetas, con lo que los movimientos de éstos resultaban complicadísimos.

No obstante, mucho antes de su desaparición ya se manifestaron síntomas elocuentes de su falsedad, debido a las complicaciones que se iban amontonando a medida que se multiplicaban y perfeccionaban las observaciones astronómicas.

Para explicar esta complicación creciente de los movimientos de los astros, fue necesario imaginar, durante el siglo trece, unas 75 esferas encajadas, sometidas a los más variados movimientos, lo cual iba en detrimento de la unidad y armonía del conjunto.

Todo esto chocaba con el convencimiento de Copérnico de que el Universo debía estar regido por unas leyes matemáticas lo más simples posibles y que tanto la distribución de los astros como sus movimientos debían constituir una unidad armónica y sistemática.

Imbuído por todas estas ideas, Copérnico emprendió la difícil tarea de construir un sistema astronómico centrado en el Sol con todos los cálculos necesarios que se derivan de la nueva distribución de los astros.

Las innovaciones de la teoría de Copérnico.

- Tierra es un planeta y no está en el centro del Universo.

-En el centro del Universo está el Sol.

-Los planetas giran alrededor del Sol en el siguiente orden: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno.

-La Luna no gira directamente alrededor del Sol, sino de la Tierra.

La Tierra está afectada por tres movimientos: el de rotación sobre su eje, el de traslación alrededor del Sol, y un tercero que llamó trepidación, por el que el eje terrestre se desplaza cónicamente con gran lentitud alrededor del polo celeste, para explicar la precesión de los equinoccios.

-La esfera de las estrellas fijas es inmóvil y está muchísimo más alejada de lo que exige el geocentrismo.

De este modo Copérnico consigue explicar una serie de fenómenos astronómicos:

-Muchos de los movimientos que se observan en el cielo no son propios de él, sino que son el reflejo de los que efectúa la Tierra.

-Los movimientos retrógrados de los planetas son también una simple apariencia óptica derivada de sus movimientos directos y de la traslación terrestre (cuando se ve retrogradar a un planeta, no es que este cambie el sentido de su marcha sino que la Tierra desde la cual lo observamos, lo adelanta o es adelantada por el planeta, debido a la dife-

rente amplitud de su órbita y por eso parece que aquel va-
ya hacia atrás).

-Este sistema, proporciona una explicación general del
Universo, simple y sistemática, se eliminan los elementos ar-
tificiosos y se explican los movimientos de todos los pla-
netas.

Importancia de la Teoría Heliocéntrica.

La importancia de la obra de Copérnico estriba en el estí-
mulo teórico e imaginativo que provocaron enfrentamientos
entre él y los que rechazaban su teoría, ya que obligaba a
agudizar sus argumentos, a profundizar en sus concepciones
y a realizar un notable esfuerzo de coherencia, puesto que
las bases del heliocentrismo que expuso Copérnico no ofre-
cía una mejora cuantitativa frente al geocentrismo (tolo-
maico), sino cualitativa y de orden estético. Pero las me-
joras físicas no empezaron a resolverse hasta que Galileo
sentó las bases de una nueva ciencia del movimiento, en
donde estudia el movimiento sin tener en cuenta las fuer-
zas que lo originan (cinemática).

El sistema de Copérnico tiene todavía muchos elementos de
la astronomía y cosmología tradicional, como son:

- La imagen del Cosmos continúa siendo la misma.
- Su estructura interna es también la misma: un conjunto de
esferas concéntricas.

El movimiento de las esferas continúa siendo circular y uniforme.

-Los epiciclos continuaban utilizándose para explicar la excentricidad de las órbitas.

-En cuanto a los aspectos cosmológicos sigue completamente dentro de la tradición aristotélica.

Y después de Copérnico...

En el siglo siguiente a la muerte de Copérnico fueron muchas las controversias sobre la teoría de éste. El asunto que se planteaba era sobre si la nueva teoría era capaz de representar las observaciones de los movimientos planetarios con el mayor grado de precisión.

En el último cuarto del siglo XVI aparece Tycho Brahe que pensaba que nuestros sentidos parecen indicar que la Tierra está inmóvil mientras el Universo exterior se mueve. Descubrió que para crear la teoría de que la Tierra no se movía bastaba con hacer mover a todos los planetas, excepto la Tierra, alrededor del Sol, exactamente como en la teoría de Copérnico, pero haciendo que el Sol se mueva en torno a la Tierra. Hasta el final de su vida fue incapaz de ver que esta nueva teoría era exactamente la misma de Copérnico.

A través de sus su labor como observador descubrió que las oscilaciones que tanto preocupaban a Copérnico, carecían de existencia real, pues se debían a inexactitudes de la observación. Sugirió que un cuerpo astronómico se podía

mover en una curva que no se compusiera de simples movimientos circulares.

Kepler, que nació casi un siglo después de Copérnico, dedicó su vida a la astronomía. Notó que Copérnico había tratado el caso de la Tierra de modo diferente que a los demás planetas y pensó si se había equivocado en eso, y si la Tierra debía ser tratada de la misma manera que todos los demás planetas.

Kepler descubrió que la órbita de la Tierra seguía la construcción de Tolomeo que equivale a la de Copérnico, pero este último se había equivocado al no atribuirle a la Tierra el pequeño epiciclo.

Kepler había establecido correctamente la posición del Sol como centro de todas las órbitas planetarias en vez de en el centro del círculo mayor de la Tierra.

y con el enunciado de sus tres famosas leyes completó la revolución astronómica iniciada por Copérnico. Esta no podía completarse con los conocimientos físicos de aquel tiempo, se necesitaba una nueva Dinámica y esto lo realizaron Galileo y Newton.

Referencias bibliográficas:

BAIG, A y AGUSTENCH, M (1986) La revolución científica de los siglos XVI y XVII. Biblioteca de Recursos Didácticos Alhambra. Barcelona.

Copérnico, N. (1984) Sobre las revoluciones de las orbes celestes. Editorial Nacional. Madrid.

CHOMPTE, J. (1974) Historia de la Ciencia: de San Agustín a Galileo. Alianza. Madrid.

GALILEO y KEPLER (1984) El mensaje y el mensajero sideral. Alianza. Madrid.

El método científico

CARMEN V. ABELLEIRA PEREZ

MA JOSE DOMINGUEZ SANTANA

MARGARITA E. GONZALEZ SUAREZ

JUANA MA RODRIGUEZ SUAREZ

MA JOSEFA SANTIAGO GARCIA

CARMEN D. VILLALBA BETANCORT

El comienzo de la experimentación.

Galileo fue el principal responsable de introducir los métodos experimentales y matemáticos en el campo de la Física.

Además aportó al avance de la ciencia el llamado principio de la experimentación, que se basaba en la observación de los hechos naturales para dar respuestas a sus preguntas.

Su método parte de la inducción, es decir, parte de las observaciones particulares para llegar a las generales.

Con él aparece la objetividad como principio científico dejando atrás el subjetivismo de los antiguos científicos.

Se ha de tener en cuenta que una teoría por muy verdadera que nos parezca puede ser echada abajo por una nueva observación.

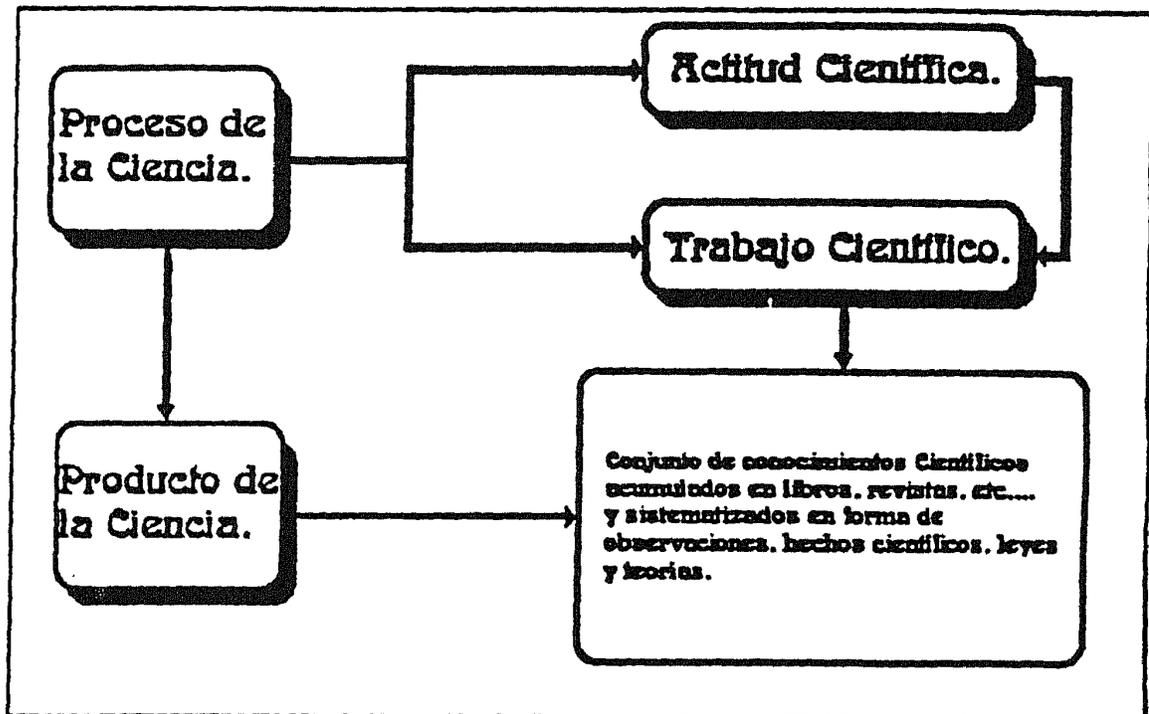
También se ha de destacar la importancia que Galileo daba a las matemáticas, y a la realización de medidas sistematizadas como último recurso para dar explicación a los hechos de la naturaleza.

Análisis del proceso y producto de la ciencia.

En la actualidad los científicos se tienen que enfrentar en primer lugar con la Naturaleza para recoger de ella los conocimientos.

El conjunto de conocimientos, es decir, el producto de la ciencia se encuentra ordenado en leyes, teorías, hechos científicos, generalizaciones, etc., que podemos encontrar en revistas, libros, tratados científicos, etc.

El proceso científico es el trabajo que realizan los científicos: sus investigaciones y sus actitudes ante la ciencia.



Principios rectores de la Ciencia (RATTO, 1977)

La actitud científica.

Las características de la actitud científica, que LILLO y REDONET (1985) señalan son:

- 1.- Estudiar los problemas desde todos los puntos de vista posibles.
- 2.- Comprobar la veracidad y confianza de las fuentes que se consultan.
- 3.- Plantear cuidadosamente todos los pasos de una investigación.
- 4.- Realizar con cuidado y exactitud todas las observaciones y medidas.
- 5.- Desarrollar un espíritu crítico exigiendo pruebas antes de afirmar nada.
- 6.- Poseer un espíritu abierto para cambiar de opinión, si otras pruebas son más concluyentes que las nuestras.
- 7.- Respeto a la opinión de los demás.
- 8.- Sentimiento de humildad . (No ser categórico sin pruebas, ser prudente aún teniendo evidencias.)

La actitud científica conlleva un desarrollo de valores.

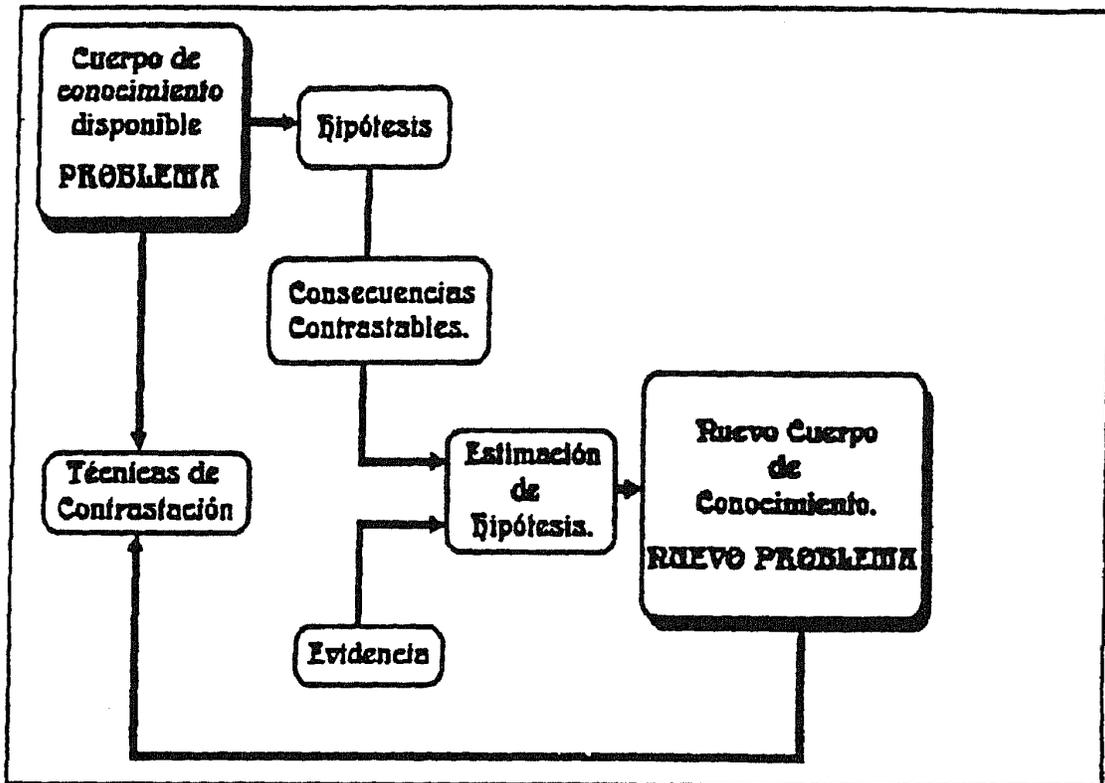
La metodología científica.

El método científico no es algo invariable, se encuentra en continuo desarrollo, al igual que la ciencia. Consiste en un cierto número de operaciones, unas de carácter mental y otras de carácter manual, teniendo que mostrar cada una de ellas sus

ventajas, primero en la formulación de las hipótesis y seguidamente encontrando las respuestas, comprobando su validez y usándolas.

No se concibe el "método científico" como un conjunto de reglas perfectamente fijadas a usar mecánicamente. Cada tipo de problema requiere su propio procedimiento o técnicas específicas.

La investigación o el trabajo científico se distingue por la resolución de una determinada cuestión. Para ello la mayoría de los investigadores siguen el siguiente proceso:



Un ciclo de investigación (BURGE, 1981)

Existen unas normas elementales para desarrollar el trabajo científico.

Se comienza por:

El planteamiento de una cuestión de forma precisa.

Hay que tener en cuenta que ninguna investigación parte de cero, de ahí la necesidad de proceder a la recopilación de información existente, consultando las diferentes fuentes de información. Después habrá que realizar un detallado estudio de la misma.

Seguidamente se puede llevar a cabo la emisión de hipótesis que debe ser creíble, sin contradicciones evidentes, y además tiene que ser contrastable con la experiencia para dar respuestas a las preguntas que presenta la cuestión inicial.

La condición de credibilidad pone de manifiesto que las hipótesis se elaboran a partir de un grupo de conocimientos aceptados, y con el que hay que contar claramente para fundamentar la hipótesis. La confirmación, verdadera o falsa, de una hipótesis concreta puede afectar a todo el cuerpo de conocimientos.

No existen reglas para originar hipótesis, se requiere capacidad creativa, para ello hay que estar familiarizado con los conocimientos de ese campo. Las posibles respuestas a las distintas hipótesis nos van a servir de hilo conductor a través de la investigación.

La comprobación directa de una hipótesis no siempre se puede llevar a cabo, ello exige la planificación de predicciones lógicas, consecuencias que se producirían si las citadas hipótesis fuesen acertadas, las cuales sí son contrastables.

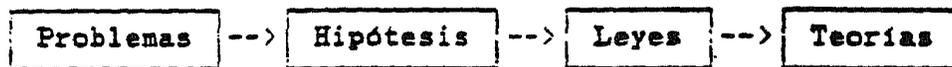
A continuación el científico ha de realizar el diseño de experiencias que le permitan comprobar las suposiciones realizadas.

El experimento científico se caracteriza por el carácter

de la observación cuantitativa y el control riguroso de las condiciones del experimento además de por su reproducibilidad.

No solamente hay que tener una serie de conocimientos sino cuidar también el aspecto creativo cara al diseño de los montajes experimentales y la superación de las dificultades en la práctica. Hay que contrastar las experiencias y técnicas utilizadas al igual que el análisis e interpretación de los resultados.

Por otra parte, no se puede olvidar que los problemas se resuelven aplicando o inventando hipótesis que pudiendo ser contrastables se convierten en hipótesis científicas. Estas alcanzan la categoría de leyes que se suponen reproducen estructuras objetivas, sistematizando las leyes en teorías.



De esta forma el proceso creador de la ciencia empieza con el reconocimiento del problema y termina con la construcción de teorías.

Una ley científica es el resultado de todo el proceso. Toda ley científica tiene que tener un carácter cuantitativo y una expresión matemática.

Conclusiones.

- Se puede finalmente concluir que el método científico:
- No es seguro, puede ser perfeccionado mediante la valoración de los resultados obtenidos y el análisis directo.
 - No es autosuficiente, ya que parte de unos conocimientos previos para luego ajustarse y confeccionarse.

Por otra parte la idea de método científico se ha ido abandonando para dejarle paso a la metodología científica, ya que no se trata sólo de aplicar unos pasos reglados (observación, hipótesis, experimentación, resultados y conclusiones), sino cambiar nuestras actitudes ante los hechos.

Bibliografía

- BAIG, A y AGUSTENCH, M. (1986). *La revolución científica*. Alhambra. Madrid.
- BARRIO, J. y FULLAT, O. (1983). *Filosofía Eidos*. Vicens Vives. Barcelona.
- BUNGE, M. (1983). *La investigación científica*. Ariel. Barcelona.
- CROMBIE, A. (1987). *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo/2*. Alianza Universidad. Madrid.
- LILLO, J. y REDONET, L.F. (1985). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Ecir. Valencia.
- NAVARRO, J.M y CALVO, T. (1984). *Historia de la filosofía*. Anaya. Valencia.
- PARES, R. (1987). *La revolución científica. De Tales de Mileto a Einstein*. Pirámide. Madrid.
- RATTO, J. (1987). *Ciencias para maestros*. Marymar. Buenos Aires.

EL PENDULO

GRUPO 1

- Juan Manuel Jiménez Montesdeoca.
- Reinaldo Falcón González.
- Elígia Isabel Reyes Quintana.
- M^a Cristina de la Fe Morales.
- Juan Munguía Velez.
- Alexis Caballero Ortiz.

Galileo Galilei comienza la carrera de medicina a los 17 años, pero su espíritu inquieto le hace preocuparse de otros problemas. Se dice que un día, mientras oía misa en la catedral de Pisa, observó las oscilaciones de una lámpara y cómo éstas iban llegando lentamente al reposo. Midió el tiempo de las sucesivas oscilaciones con su pulso y descubrió que, aunque las oscilaciones eran cada vez más cortas, el tiempo de su duración era exactamente el mismo. Además repitió el experimento con una piedra atada al final de una cuerda y observó el mismo resultado. Descubrió que para la misma longitud de la cuerda, el periodo (tiempo que tarda en dar una oscilación completa) era el mismo, independientemente del peso. Galileo sugiere el descubrimiento para medir las pulsaciones de los pacientes (pulsómetro). Más tarde se centrará en el campo que conocemos hoy como Dinámica.

Galileo no pudo resolver las cuestiones acerca de su descubrimiento ¿cómo ¿por qué una piedra ligera y una pesada unidas a una cuerda de igual longitud y características similares oscilan con el mismo periodo?) debido a que en esa época no se poseían los conocimientos necesarios para ser contestadas. Eso sí, contribuyó a la formulación de estos problemas.

EL PENDULO DE FOUCAULT

Casi dos siglos más tarde, León Foucault, físico francés (1819-1868) que adquirió fama por su determinación de la velocidad de la luz en diferentes medios (vacío, aire, medios transparentes) que contribuyeron a destruir la teoría de la emisión, estudió el péndulo simple que oscila en un plano vertical fijo con relación a un sistema inercial.

La importancia de este péndulo es que puso en evidencia el movimiento de rotación de la Tierra. Es decir: un observador terrestre que acompaña a la Tierra en su movimiento de rotación, percibe como este plano gira de Este a Oeste a lo largo del tiempo. Gira en el sentido de las manecillas del reloj, dando una vuelta completa de 24/horas, siendo la latitud del lugar.

PENDULO SIMPLE

El péndulo simple o matemático, es una masa puntual que puede oscilar en torno a un punto fijo respecto del cual mantiene la distancia. En la práctica, un sólido de pequeñas dimensiones, de masa m , suspendido de un hilo o de una varilla inextensible de longitud l y de masa despreciable constituye una buena aproximación a un péndulo simple.

El periodo del péndulo es $T = 2\pi \sqrt{l/g}$

T = periodo

l = longitud

g = valor de la aceleración de la gravedad en ese lugar.

• APLICACION DIDÁCTICA

• DISEÑO EXPERIMENTAL

PÉNDULO SIMPLE

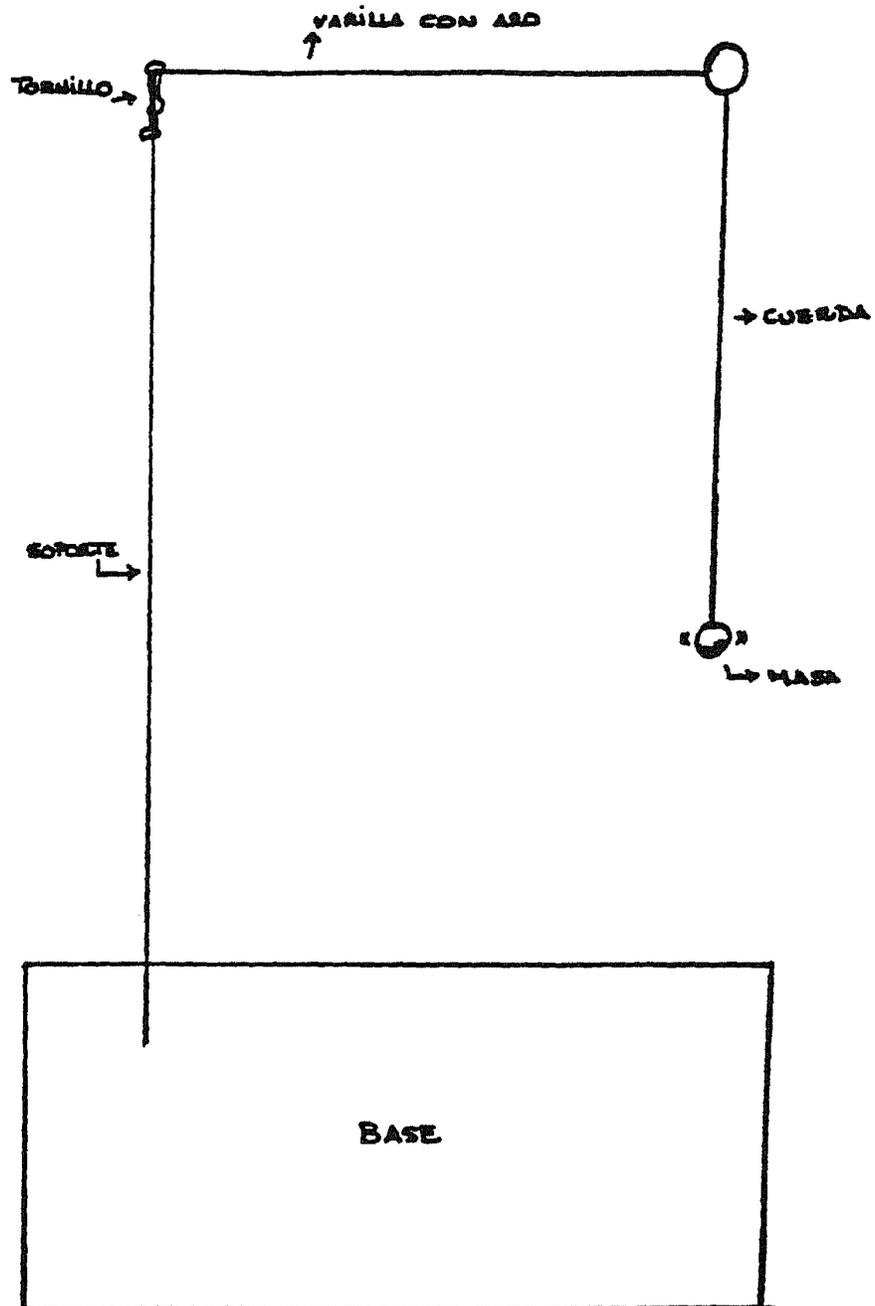


FIGURA 1.

APLICACION DIDACTICA

Estudio de los factores de los que depende el periodo de un péndulo

- La masa del cuerpo
- La longitud de la cuerda.
- La amplitud del movimiento.
- La resistencia que ofrece el cuerpo.
- De la fuerza aplicada inicialmente.

Se anota el péndulo simple tal como indica la figura 1.

A continuación se comprobaría experimentalmente como varía el periodo ante los diferentes valores de cada uno de los factores. Después se representa gráficamente las variaciones del periodo frente a las variaciones de los distintos valores. O sea, representar la variación del periodo frente a la variación de la masa, de amplitud, etc.

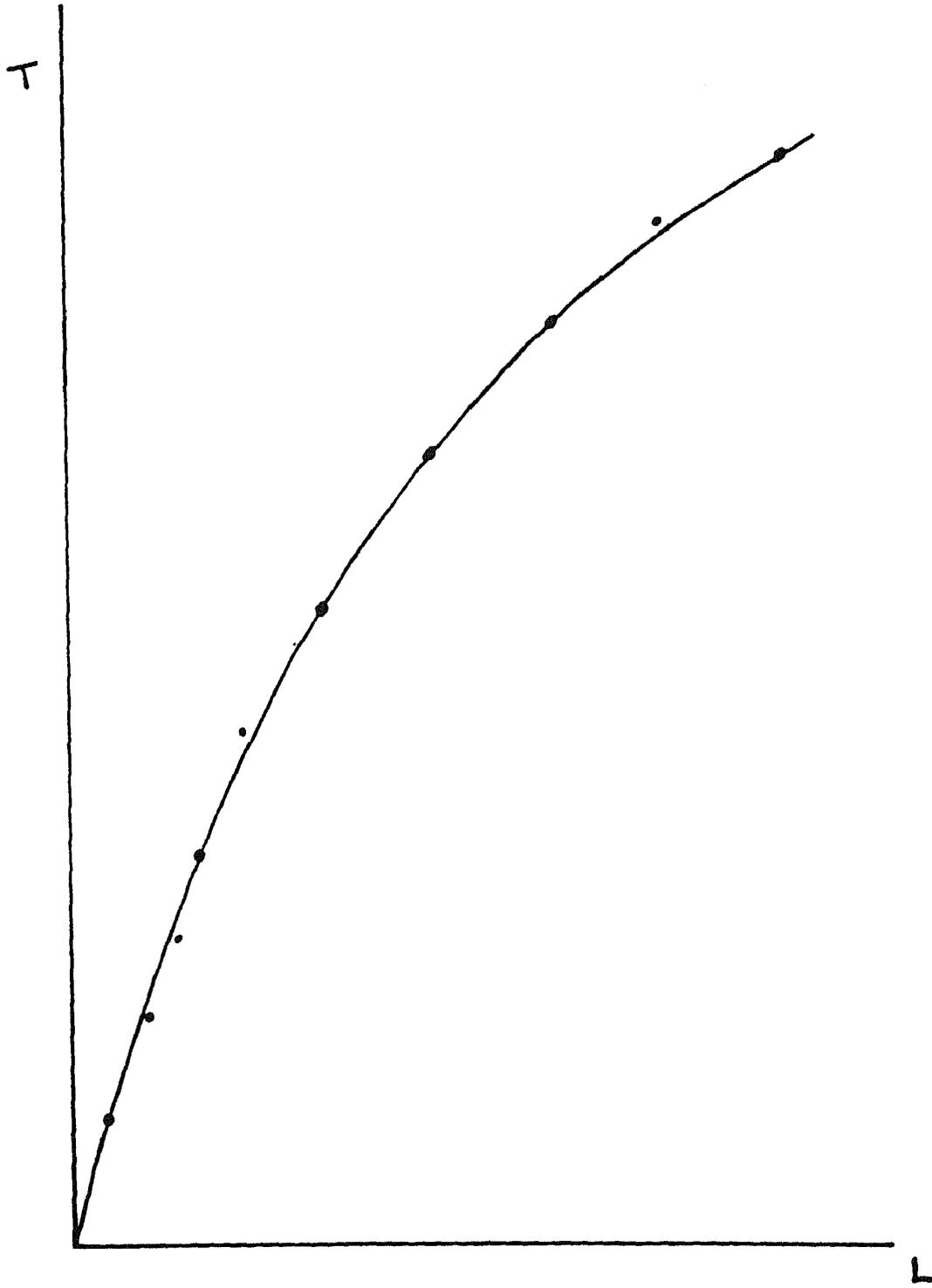
De todas estas gráficas descartamos de entrada, las correspondientes a la variación de masa, ya que el péndulo simple teóricamente no posee masa apreciable.

El dato más relevante nos lo dará la representación de la variación del periodo frente a la longitud de la cuerda en la que a pesar de los posibles errores en algunas de las medidas es visible la forma de una RAMA PARABOLICA.

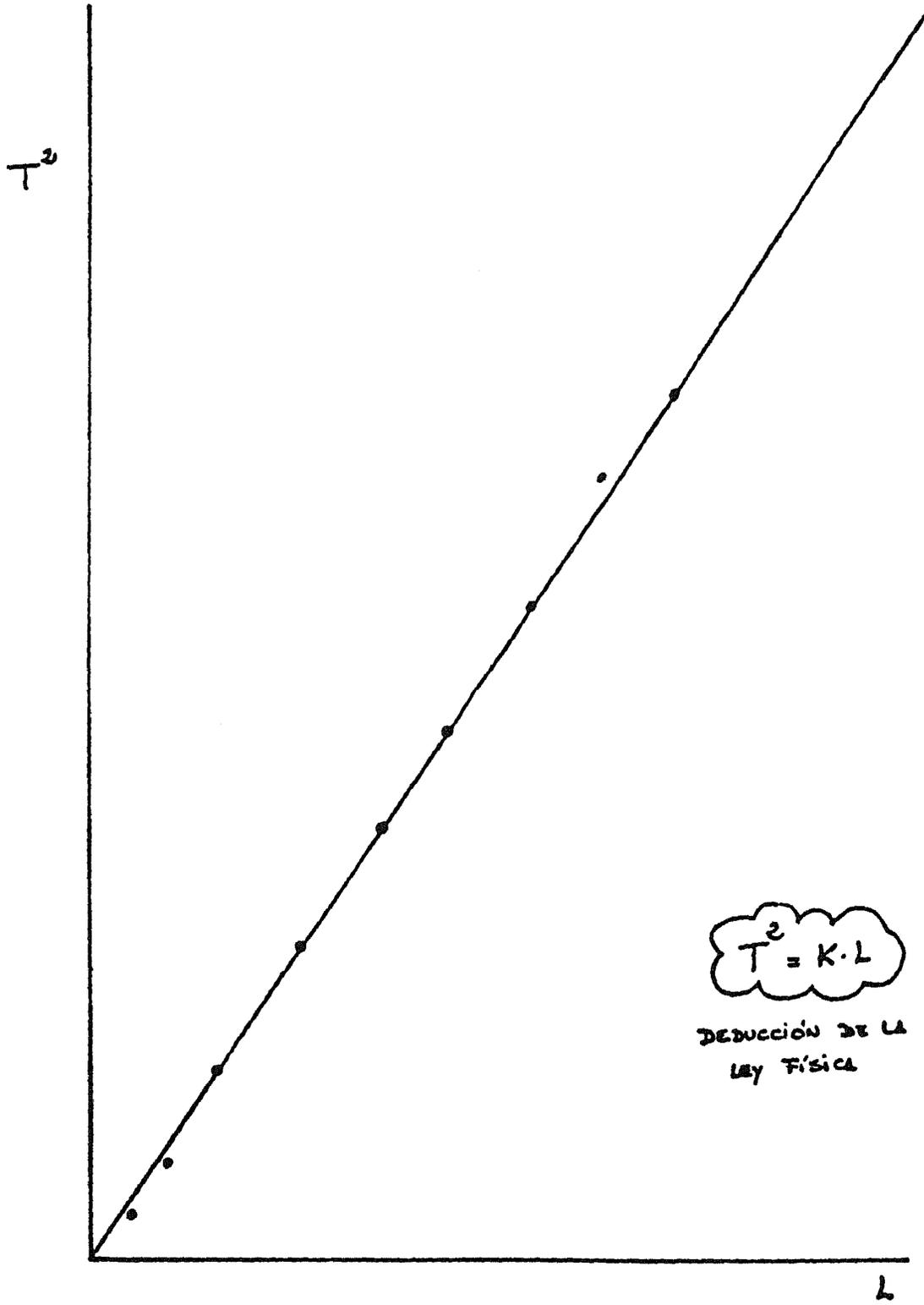
Representando ahora en vez de el valor del periodo, su cuadrado frente a las variaciones de uno de los factores, es claramente visible que existe solamente con respecto a la longitud de la cuerda, una proporcionalidad que vemos reflejada como una LINEA RECTA, deduciéndose que el periodo al cuadrado (T^2) es igual a la longitud de la cuerda multiplicada por una constante.

De esta forma, mediante una experiencia simple el alumno comprueba que el periodo de oscilación del péndulo depende de la longitud del mismo, llegando a la misma conclusión que en su día lo hiciera Galileo.

19 GRÁFICA



2ª GRÁFICA



BIBLIOGRAFIA

- * ASIMOV, I. (1987). "Enciclopedia biográfica de Ciencia y Tecnología". Alianza Editorial.
- * COLLETE, I. P. (1985). "Historia de las matemáticas"
Tomo 1. Siglo XXI, Madrid.
- * ESQUELA/GORGONZOLA. "Gran Enciclopedia Larousse"
Tomo 5 y 9. Editorial Planeta (1988).
- * GAMOW;G. (1971). "Biografía de la física". Biblioteca
General Salvat. Tomo 11.

LA CAIDA LIBRE DE LOS CUERPOS

CASTRO SANCHEZ, MARGARITA
FALCON QUINTANA, CRISTINA
GUERRA MERINO, JESUS
MONZON PULIDO, ROBERTO

1.- INTRODUCCION.

Galileo Galilei (1564-1642) comenzó estudiando medicina, pero sus intereses se inclinaron pronto hacia otras ramas de la ciencia y fue nombrado profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa. Allí, entre 1589 y 1592 realizó sus investigaciones sobre el movimiento. En 1610 se trasladó a Florencia como "Filósofo y Primer Matemático del Gran Duque de Toscana", donde llevó a cabo sus investigaciones en astronomía con el telescopio. Sus contribuciones a la ciencia son tan valiosas que se le llama el verdadero creador de las ciencias experimentales y constituir, junto a Newton, los dos pilares que hicieron del siglo XVII, el gran "siglo de oro" de la Física.

Los descubrimientos científicos de Galileo son innumerables: las leyes del péndulo, el primer anteojo astronómico, el principio de inercia, las leyes de la composición de velocidades, las leyes de la caída de los cuerpos, la consagración del sistema heliocéntrico copernicano, el descubrimiento de nuevas estrellas, planetas y satélites, etc.

Las dos grandes obras de Galileo son el "Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo, el ptolemaico y el copernicano" (1632), y sus "Dos nuevas ciencias" (1638). Ambas obras estaban escritas en forma de diálogo entre dos de sus amigos y defensores, Sagredo y Salviati, y un partidario del punto de vista aristotélico, Simplicio.

La gran gloria de Galileo radica en la utilización del método científico, situando la evidencia de las observaciones, la realidad experimental de los hechos, sobre cualquier especulación teórica sobre lo mismo, estaba sentando las bases esenciales de lo que luego habría de sistematizarse en el conocido método de las Ciencias.

2.- TEORIAS DE GALILEO.

2.1.- El péndulo.

Galileo Galilei se había interesado siempre por el péndulo. De joven, había descubierto que el tiempo requerido por un péndulo para realizar una oscilación completa, es independiente del ángulo de oscilación con tal de que el ángulo sea pequeño. Esto le había sugerido que un péndulo podía

proporcionar un método para medir el tiempo. Sin embargo, las amplitudes de la oscilación se hacían gradualmente menores debido a la resistencia del aire y Galileo no podía encontrar un medio satisfactorio de mantener el movimiento del péndulo contra esta resistencia. Pensó en hacer oscilar el péndulo en el vacío, pero éste se hallaba fuera de las posibilidades de su técnica experimental. En sus últimos años, Galileo volvió a prestar atención al péndulo y descubrió que si la velocidad del peso de un péndulo en la parte más baja de su oscilación, permanece invariable, la altura hasta la que el peso se levanta no será afectada por la longitud de la cuerda. Lo cual hizo pensar que el comportamiento del peso no dependía de la existencia de la cuerda.

2.2.- La caída de los cuerpos.

Galileo investigó problemas dinámicos que entrañaban las medidas del tiempo y la velocidad de una manera similar. Aquí el problema central para Galileo era el de la caída de los cuerpos bajo la fuerza de la gravedad. En primer lugar refutó la opinión aristotélica de que los objetos pesados caen más deprisa que los ligeros.

Que ocurriría si un cuerpo pesado y otro ligero se atasen y se dejasen caer desde cierta altura. Desde el punto de vista aristotélico podría sostenerse que el tiempo empleado por su caída sería o la media de los tiempos de ambos cuerpos si se tomasen separadamente, o el tiempo de un cuerpo que tuviese que caer desde la misma altura con un peso que fuese la combinación de ambos.

"La incompatibilidad de los resultados", escribió Galileo, "mostró que Aristóteles se equivocaba".

Para hallar qué ocurría de hecho en la caída gravitatoria de los cuerpos, Galileo realizó el experimento consistente en medir el tiempo empleado por esferas metálicas pulidas que rodaban por longitudes dadas de un plano inclinado graduado.

La caída libre de un objeto bajo la acción de la gravedad era demasiado rápida como para observarse directamente, por lo que Galileo "dibujó la gravedad", empleando el recurso del plano inclinado, a fin de que sus esferas metálicas se moviesen abajo por la gravedad con velocidades medibles. De este modo halló que todos los cuerpos, independientemente de sus pesos, caían por las mismas distancias en el mismo tiempo, siendo la distancia proporcional al cuadrado del tiempo de caída o, lo que venía a ser lo mismo, que las velocidades de los cuerpos graves aumentaban uniformemente con el tiempo.

De acuerdo con la física aristotélica, la acción constante de una fuerza hacía que un cuerpo se moviese con velocidad uniforme. Los resultados de Galileo mostraban, no obstante, que los cuerpos no se mueven con velocidad uniforme bajo la influencia constante de la fuerza de la gravedad; antes bien, en cada intervalo temporal recibían un incremento extra de velocidad. La velocidad que tiene un cuerpo en un punto se mantiene, viéndose incrementado por la fuerza gravitatoria.

Tal fenómeno se observaba cuando las esferas metálicas alcanzaban el final del plano inclinado, continuando su movimiento a lo largo de una mesa horizontal, bien pulimentada con una velocidad uniforme. De estas consideraciones seguía el principio de inercia.

De ahí pasó Galileo a mostrar el valor de la demostración matemática en la ciencia desarrollando la teoría de la trayectoria trazada por un proyectil. Consideró el movimiento de una esfera que rueda a lo largo de una mesa con velocidad uniforme hasta alcanzar el borde, momento en que traza una trayectoria curva hasta llegar al suelo. En un punto cualquiera de esa trayectoria, la esfera tendría dos velocidades, una horizontal que permanece constante debido al principio de inercia, y otra vertical que aumenta con el tiempo, debido a la gravedad. En la dirección horizontal la esfera recorrería distancias iguales en tiempos iguales, si bien en la vertical las distancias cubiertas serían proporcionales al cuadrado del tiempo. Tales relaciones determinan la forma de la trayectoria descrita. La trayectoria de un proyectil disparado por un cañón sería pues una parábola completa.

Este descubrimiento fue posible gracias a su nueva concepción del movimiento, ya que los aristotélicos no podían aceptar tal composición por considerar que no se podían combinar movimientos de tipo distinto (circulares y rectilíneos).

Proposición I:

Un proyectil que se desplaza con un movimiento compuesto por un movimiento horizontal y uniforme y por un movimiento descendente, naturalmente acelerado, describe, en este movimiento, una línea semiparabólica.

Galileo tenía que desestimar también alguno de los fenómenos medibles menos pertinentes, de manera que pudiese simplificar su estudio. Sabía de sobra que la resistencia del aire, que era medible en principio, modificaba la caída gravitatoria de los cuerpos, mas ignoró el asunto.

Galileo hizo sus condiciones experimentales lo más perfecta y matemáticas posible, utilizando un plano inclinado pulimentado y una esfera metálica lisa. Sólo de ese modo podía obtener información que trascendiese las condiciones del experimento particular; información que describiese el comportamiento fundamental de todos los cuerpos que sufren una caída gravitatoria. De ahí que la demostración matemática pudiese explicarse, dando una estructura de teoría abstracta y consecuencias predichas que pudieran contrastarse mediante ulteriores experimentos.

3.- LA CAIDA LIBRE DE LOS CUERPOS ACTUALMENTE.

Galileo consideraba que, en el movimiento de caída libre, la causa de la aceleración era el peso o la gravedad, pero no sabía en que consistía ésta: sospechaba que tenía que ver con el magnetismo, aunque como no veía la manera de cuantificar este concepto, lo dejó de lado.

Actualmente, después de que Newton enunció la ley de gravitación, se sabe que el peso de un cuerpo está afectado por la gravedad, es decir, que es valor de la fuerza que la Tierra ejerce sobre el cuerpo.

Así mismo, Galileo no registro un valor numérico de la aceleración para la caída libre. Hoy sabemos que los cuerpos que caen están sometidos a una aceleración, que atribuimos a la gravedad. Si suponemos éste el único factor que afecta al movimiento de un objeto que cae en las proximidades de la superficie de la Tierra y que la resistencia del aire es nula o despreciable, encontramos que:

1) La aceleración gravitatoria es la misma para todos los cuerpos, sea cual sea su tamaño o su composición.

2) La aceleración gravitatoria es constante, es decir, no cambia durante la caída del objeto.

Por otra parte Galileo despreció la resistencia del aire en la caída de los cuerpos. Para una roca o una moneda que caigan a pequeñas velocidades, esta es una buena aproximación (despreciando el rozamiento del aire), sin embargo, si la velocidad es elevada, la resistencia del aire es más importante y un modelo que la desprecie puede llevar a predicciones incorrectas. También, puede resultar muy inexacto el despreciar la resistencia del aire para algo tan ligero como un trozo de papel.

4.- ACTIVIDADES EN EL AULA.

Actividad 1: Estudio experimental del movimiento uniformemente acelerado.

OBJETIVO

Comprobar que el espacio recorrido por un móvil con movimiento uniformemente acelerado es directamente proporcional al cuadrado del tiempo (función cuadrática del tiempo).

METODO

Se trata de hacer caer un cuerpo por un plano inclinado (movimiento uniformemente acelerado) y medir los tiempos que tarda en recorrer unos espacios previamente determinados.

Después se comprobará que el movimiento cumple la ecuación:

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

observando que el cociente $s/t^2 = a/2$ permanece invariable en todas las

medidas, dentro del error experimental.

MATERIAL

- Tubo de plástico o metálico de 3-4 cm. de diámetro y 3 m. de longitud con orificios cada 50 cm.
- Bola de acero.
- Varilla metálica (puede servir una espátula).
- Cronómetro.

PROCEDIMIENTO

- Elevar ligeramente un extremo del tubo (unos 15 cm.). Fijar la posición. Se forma un plano inclinado, cuyo ángulo es muy pequeño, pero suficiente para que la bola de acero descienda sin detenerse empleando tiempos medibles en el cronómetro dentro de un límite de error.
- Poner la bola en el extremo superior del tubo y dejar caer por su interior midiendo con el cronómetro el tiempo que tarda en llegar a A. En la precisión de esta medida radica el éxito de la experiencia. La mejor manera de hacer la medida es poner un tope en el punto A (varilla metálica o espátula). El cronómetro medirá el tiempo desde que se deja caer la bola hasta que se oiga el choque contra el tope a. Repetir esta medida no menos de cinco veces y obtener la media.
- Proceder igual que en el caso anterior para los puntos B, C, D, E, F.

ESTUDIO DE LOS RESULTADOS

a) Recoger todos los resultados en el siguiente cuadro. (Valores medios de t).

s (m)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
t (seg)						
t^2						
$s/t^2 = k$						

Si los valores de s/t^2 no resultarán constantes, dentro de un margen razonable de error (consultar con el profesor), repetir la experiencia.

b) Obtener conclusiones respecto a la proporcionalidad de s con t^2 .

c) Calcular la aceleración de la bola en la experiencia anterior.

CUESTIONES

a) ¿Cuáles son las principales causas de error en la experimentación anterior? ¿Te parece bueno el procedimiento? ¿Se te ocurre alguna innovación para mejorarlo?

b) ¿Por qué debe ser muy pequeño el ángulo del plano?

c) Si representáramos s frente a t ¿qué figura se obtendría?

d) ¿Qué espacio recorrería la bolita anterior en un tiempo de 6 seg. y en las mismas condiciones de experimentación?

e) Anota todas las dudas u observaciones que te haya sugerido la experimentación anterior.

Actividad 2:

Unos alumnos han querido estudiar el movimiento de caída de los cuerpos. Para ello han dejado caer varios objetos desde distintas alturas. Han medido las alturas h con una cuerda larga y los tiempos t con un cronómetro, obteniendo los siguientes resultados:

Altura h (m)	Tiempo de caída (seg)		
	Piedra	Canica	Bolsa papel
10	1,43	1,43	1,43
20	2,02	2,02	2,02
30	2,47	2,47	2,47
40	2,86	2,86	2,86
50	3,19	3,19	3,19

A la vista de estos datos responde a las siguientes cuestiones:

- a) Construye la gráfica $s - t$. Encuentra la ecuación que relaciona ambas variables. Calcula las constantes que pudieran aparecer.
- b) Clase de movimiento y otras conclusiones que puedas obtener.
- c) Valor de la "aceleración de la gravedad" deducido de la experiencia.

5.- BIBLIOGRAFIA.

*LOPEZ PIÑERO J.M., NAVARRO V. Y PORTELA E., (1987.) "La revolución científica", Biblioteca (Hº 16).

*BAIG A. Y AGUSTENCH M. (1987), "La revolución científica (de los siglos XVI y XVII)", Alhambra, Madrid.

*MASON, F.S. (1985), "La revolución científica de los siglos XVI y XVII", Alianza, Madrid.

*HOLTON, G. (1988), "Introducción de los conceptos y teorías de las ciencias físicas", Reverté, S.A, Barcelona.
(Revisada y ampliada por Stephen G. Brush).

*KANE, J.M. y STERNHEIM, H.M. (1982), "Física", Reverté, S.A, Barcelona.

*HOYLE F. (1967), "Astronomía", Destino, Barcelona.

*MARTINEZ, F. Y OTROS (1987), "Proyecto Hiscoex", Las Palmas.

LA VISIÓN DE LA ÓPTICA SEGUN GALILEO.

María Mercedes Rosales Morales, Florentina Gerra Martín,
Rosa Delia Gil Díaz, Eugenio Jordán Martel.

1. INTRODUCCIÓN:

- Galileo fue uno de los primeros físicos experimentales y teóricos, contribuyó poderosamente al progreso de la astronomía.

Ya en el año 1597, Galileo tenía muchas pruebas para demostrar el heliocentrismo. En el año 1609, le llegaron noticias de que se había inventado un instrumento "con el cual las cosas lejanas se veían tan perfectamente como si estuvieran próximas". Poco después, Galileo, revolucionó la astronomía construyendo el primer "anteojo astronómico". No fue, pues, Galileo quien descubrió el telescopio, pero sí quien lo dirigió por primer vez al cielo.

Galileo no creía muchas de las afirmaciones de las cosmologías tradicionales. Por eso, hizo dirigir el telescopio hacia la Luna para ratificar aquello de lo que ya estaba convencido que tiene montañas y valles, "mares y océanos", como la Tierra. No está hecha de una sustancia diferente a la terrestre, una prueba de aquello que exigía el sistema copernicano: que el Cosmos no estaba dividido en dos regiones distintas constituidas por dos sustancias diferentes, cada una con leyes propias.

Dirigió el telescopio hacia los planetas, he aquí otro gran hallazgo: alrededor de Júpiter se movían 4 cuerpos, que él llamó "planetas mediceos". Vió en esto otra prueba: no todos los cuerpos celestes giraban entorno a la Tierra como afirmaba el geocentrismo.

Sus descubrimientos fueron sorprendentes: la Vía Láctea no era más una acumulación de estrellas; Venus tenía fases co-

mo la Luna; Saturno era "tricornpóreo"; se veían muchas más estrellas que a simple vista y, curiosamente no se veían más grande sino al contrario; el Sol tenía manchas. En el año 1610 Galileo publicó, el libro titulado "El mensaje de las estrellas" con el cual se desencadenó una gran polémica.

Los geocentristas buscaron la manera de esquivar e incluso interpretar justamente al revés estas demostraciones. Una primera razón para no aceptar como real aquello que mostraba el telescopio era que aquel instrumento deformaba la realidad ya que mediatezaba a la vista desnuda que era la forma "natural" de captar la realidad. Galileo no podía responder de un modo adecuado a este tipo de objeciones porque no disponía de una teoría óptica que justificara el uso del telescopio.

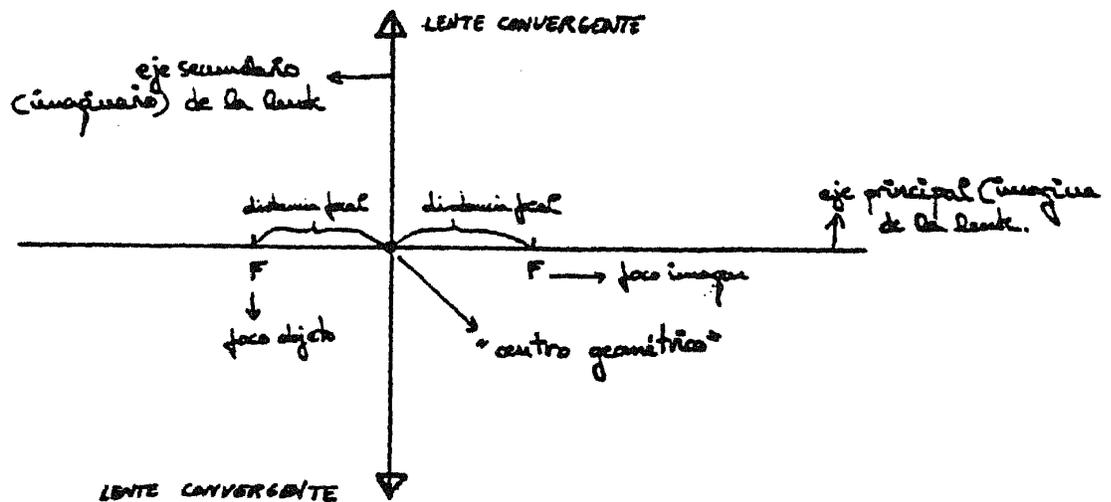
Los descubrimientos de Galileo realizados mediante el uso del telescopio suministraron una prueba indiscutible de la exactitud del sistema copérnico y él habló jubiloso de ello. Su defensa del heliocentrismo le acarrearón múltiples burlas y ataques. Pero esto era más de lo que podía permitir la Santa Inquisición; fue detenido y sometido a un largo periodo de confinamiento solitario e interrogatorios, que no parece, sin embargo, que cambiara su espíritu de lucha.

Una vez convicto de herejía, Galileo fue confinado en su "vida" de Arcetri, cerca de Florencia, bajo lo que ahora llamamos "detención domiciliaria". El 8 de Enero de 1642, completamente ciego y cansado de la vida Galileo murió.

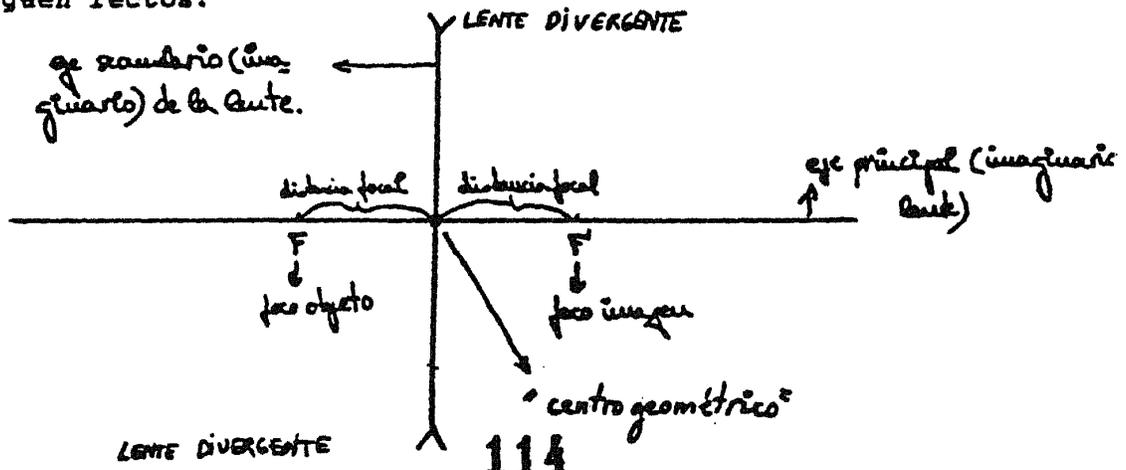
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

2.1. Tipos de lentes: Hay dos tipos que son: las convergentes y las divergentes.

Lentes Convergentes: En estas lentes los rayos de luz paralelos que llegan a la lente, al pasar por ésta se concentran en un punto denominado Foco. Y aquellos que pasan por el centro geométrico de la lente, no se refractan, sino siguen rectos.



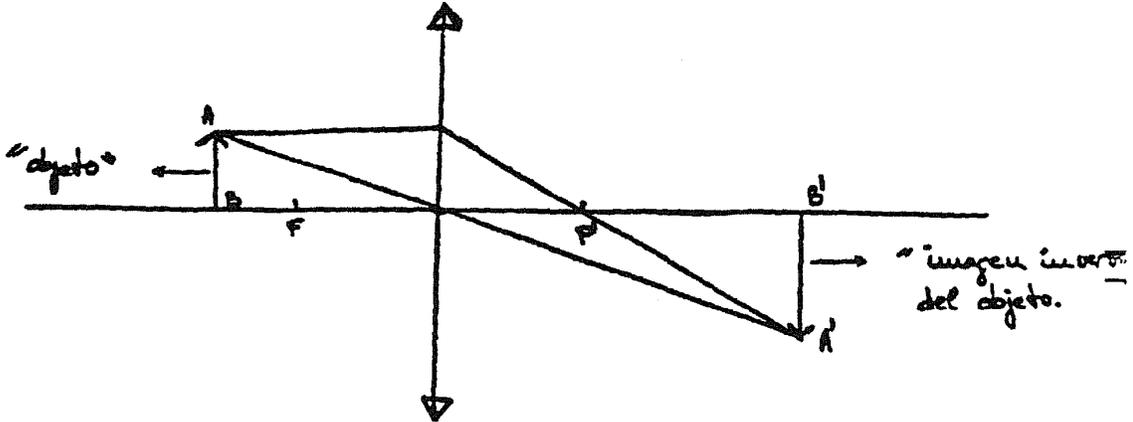
Lentes Divergentes: En estas lentes los rayos de luz paralelos que llegan a la lente, al pasar por ésta se separan. Pero aquellos que pasan por el centro geométrico de la lente siguen rectos.



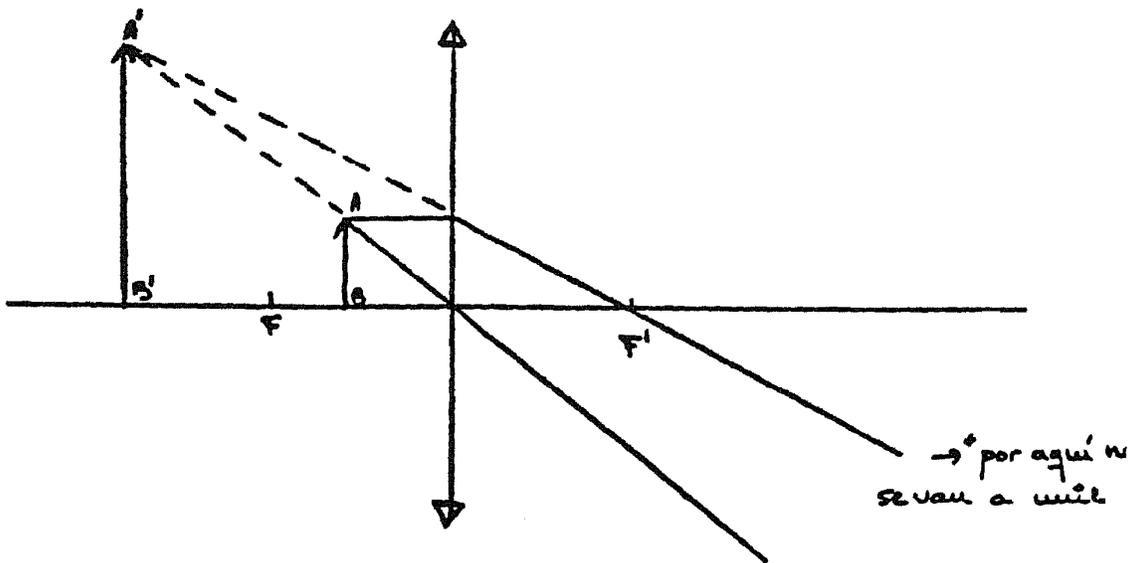
2.2. Formación de imágenes:

Convergente:

a) Cuando el objeto cae fuera de la distancia focal.



b) Cuando el objeto cae dentro de la distancia focal.



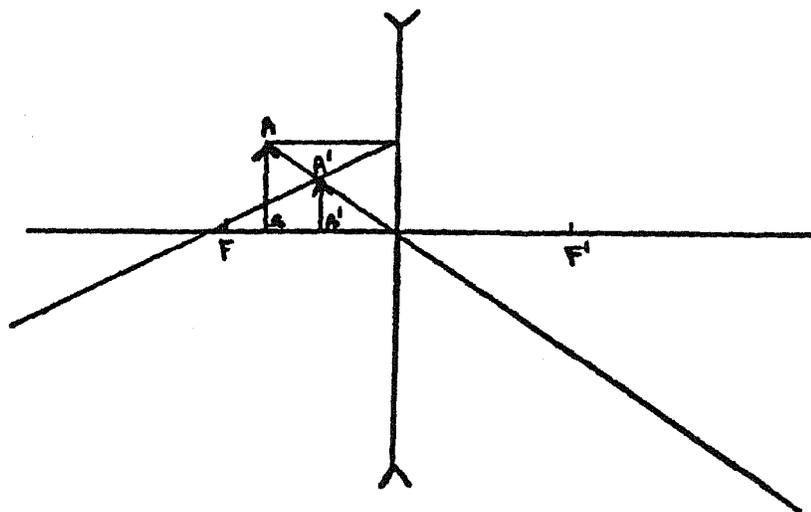
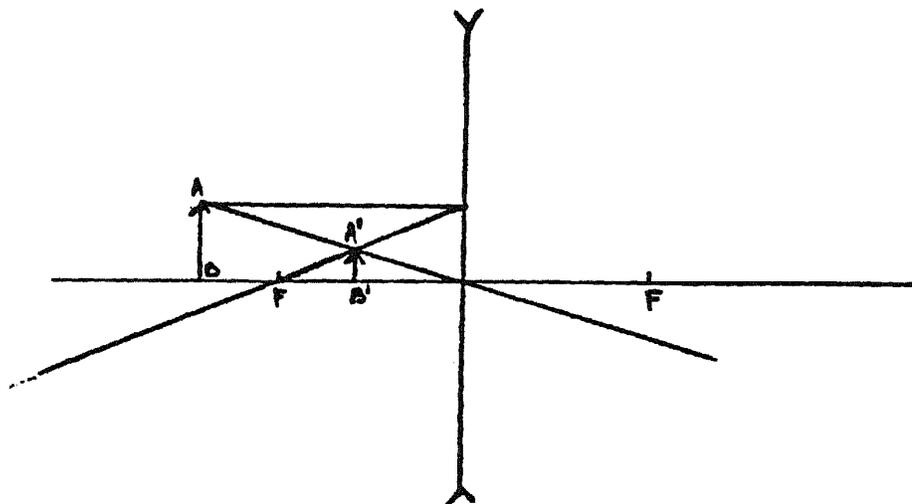
- Entonces unimos sus prolongaciones por detrás.
- Con lo que obtenemos una imagen A'B' virtual, es decir no real, ya que se forma delante del objeto. Y además, esta imagen es mucho más grande que la real, y es derecha, no se

forma al revés como el caso anterior.

NOTA: Refracción: de la luz ocurre cuando pasa de un medio a otro. p.e.: Cuando metes una pierna en la piscina la ves cambiada, cuando metes un lápiz en un vaso de agua, también parece que se dobló.

Divergente:

- Tanto cuando el objeto cae dentro como fuera de la distancia focal pasa lo mismo, por eso no lo diferenciamos.



2.3. Instrumentos de aproximación:

- Anteojo: Instrumento óptico formado por un sistema de lentes adecuadamente dispuestas en el interior de un tubo con el que se obtiene imágenes adecuadas de objetos lejanos.

2.3.1. Anteojo Astronómico:

El sistema óptico de un anteojo es fundamentalmente el mismo que el del microscopio completo. Está formado por dos tubos que se pueden deslizar uno sobre otro, haciéndose más o menos largo. En el extremo de uno de ellos se coloca una lente convergente, por la que se mira, el ocular. En el otro extremo otra lente convergente, el objetivo. El objetivo acerca la imagen para que sea ampliada por el ocular.

La imagen dada por este anteojo es invertida, lo cual no es inconveniente en observaciones astronómicas pero sí en las Terrestres.

2.3.2. Catalejo (Anteojo Terrestre):

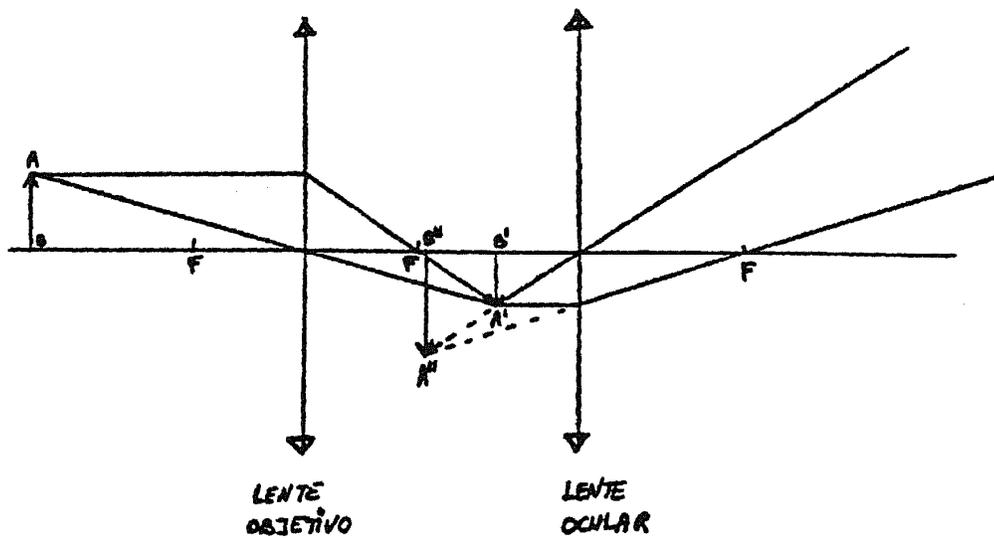
Los anteojos astronómicos invierten la imagen, lo que es un inconveniente para observar objetos Terrestres. Esto se corrige acoplando a un anteojo astronómico un dispositivo que invierta la imagen formada por él. Se consigue así el aparato llamado anteojo terrestre.

Está formado por un tubo, que tiene un objetivo y un ocular en los extremos. Está formado por tres lentes convergentes, una de ellas la inversora, se coloca en el centro que invierte la imagen, para que quede en posición real. El inconveniente presentado por este aparato es que alarga excesivamente la longitud del tubo.

ANTEOJO ASTRONÓMICO

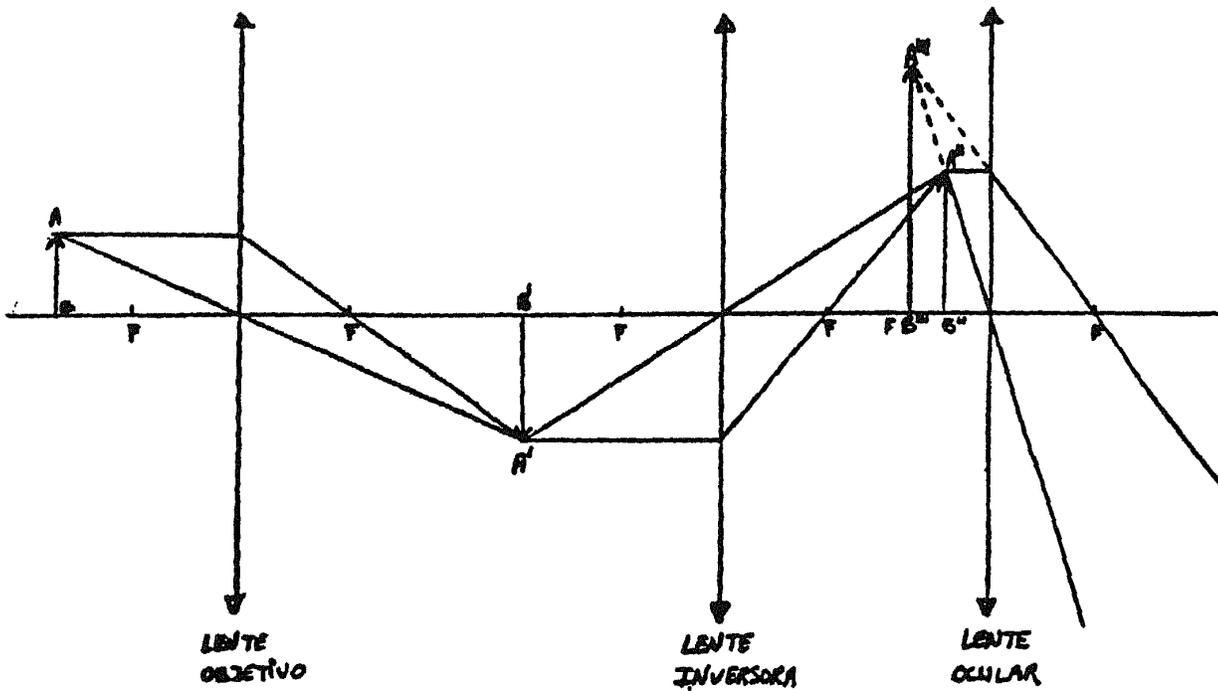
- Se ve que el foco imagen del objetivo y el foco objeto del ocular coinciden.

- La lente objetivo da una imagen del astro real, invertida y más pequeña, esta imagen se forma dentro de la distancia focal de la lente del ocular, por lo que dicha imagen, funcionando como objetivo, da lugar a otra imagen ampliada e invertida del objeto.



CATALEJO

- La imagen dada por el objetivo, la utiliza la lente inversora como objeto, esta imagen a su vez cae dentro de la distancia focal del ocular y por tanto producirá una imagen derecha y mayor.



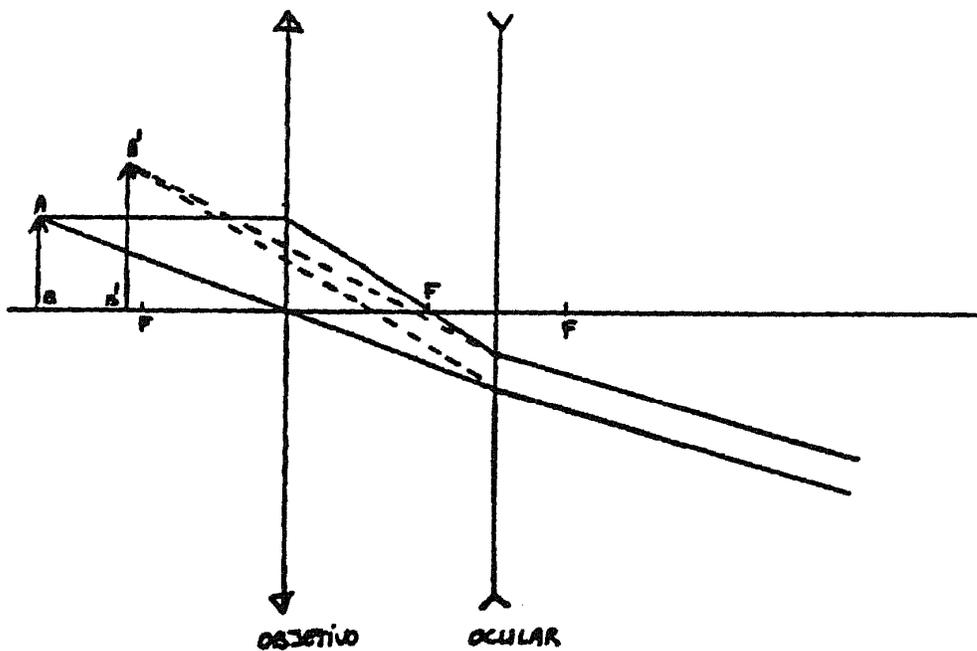
3. ANTEOJO DE GALILEO:

El anteojo terrestre es un instrumento largo, de molesto manejo. Galileo ideó sustituir, en el anteojo astronómico, el ocular por una lente biconcava divergente. Así se consigue formar la imagen en posición natural sin necesidad de intercalar lentes suplementarias de inversión. El aparato así, se hace mucho más corto y manejable. Este aparato presenta dos inconvenientes:

- 1) Su campo visual es muy corto.
- 2) No da lugar a grandes aumentos.

Los llamados "gemelos de teatro" están formados por dos aparatos de esta clase asociados uno para cada ojo.

El objetivo es idéntico al del anteojo astronómico; su ocular es divergente y está situado de forma que coinciden el foco imagen del objetivo con el foco objeto del ocular. Los rayos procedentes del objeto atraviesan la lente del objetivo (formarían la imagen en el infinito), y luego el ocular del cual emergen paralelos entre sí. La imagen del objeto se forma en A' aumentada y derecha (uniendo sus prolongaciones).



4. Frases de Galileo:

Llegó a mis oídos el rumor de que, había sido construido por un holandés un instrumento óptico con cuya ayuda objetos visibles, aunque muy distantes de los ojos del observador, se veían distintamente como a un palmo de la mano. Razón de que me aplicara a indagar la teoría y descubrir los medios de que yo pudiera llegar a la invención de un instrumento análogo; una finalidad que conseguí más tarde por las consideraciones de la teoría de la refracción. Primero preparé un tubo de plomo a cuyos extremos fijé dos lentes de cristal, ambas planas por una cara, pero por la otra una era esférica convexa y otra cóncava.

Miró a los planetas y vió que:

- Los planetas presentan sus discos perfectamente redondos, y aparecen como otras tantas pequeñas lunas completamente iluminadas y de forma globular; las estrellas fijas son como llamaradas de luz que arrojan rayos hacia todos los lados y muy centellantes.

Miró a Júpiter y dedujo que:

- Hay tres estrellas en el cielo moviéndose entorno a Júpiter como Venus y Mercurio en torno al Sol.

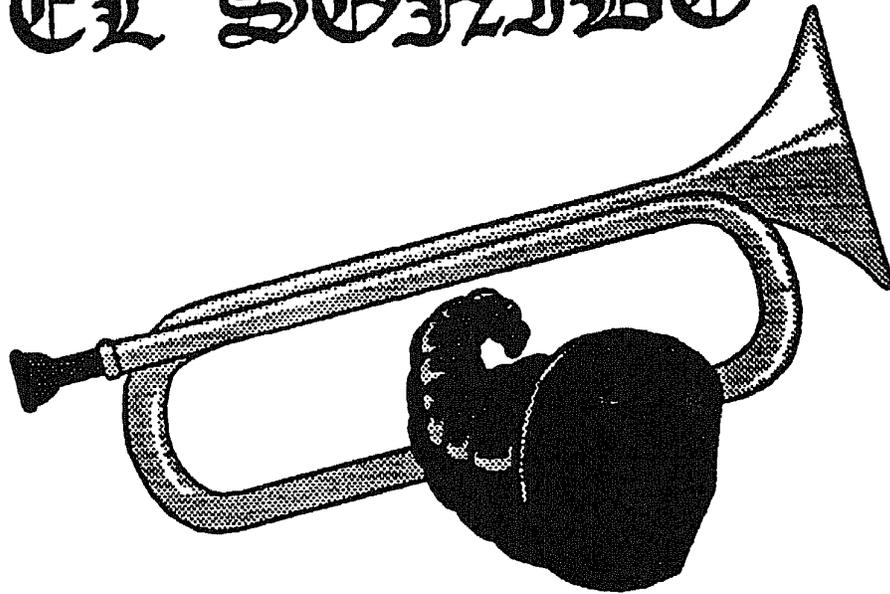
Miró a la Vía Láctea y halló que:

..... no es otra cosa que una masa de innumerables estrellas situadas juntas, en racimos.

5. BIBLIOGRAFIA:

- 1) BAIG, A. y AGUSTENCH, M. (1988), "La Revolución Científica de los Siglos XVI y XVII", Alhambra, Barcelona.
- 2) GAMOW, G. (1971), "Biografía de la Física", Salvat, Madrid.
- 3) V.V.A.A. (1977), "Gran Enciclopedia Larousse", Tomo I, Planeta, Barcelona.
- 4) LUZON, R. (1971), "Didáctica de Física y Química", Bibliográfica y Santiago Rodríguez, S.A., Burgos.
- 5) PEIRÓ HURTADO, A. (1980), "Ciencias de la Naturaleza" 7 E.G.B., Anaya, Madrid.
- 6) REPETTO, E. y CARRODEGUAS, M. (1987), "Técnicas pedagógicas aplicadas al estudio de los aparatos ópticos", Guía-
guada, nº 3 , 75-102.
- 7) ARRANZ, J. (1971), "Didáctica de la Física y Química", Anaya, Madrid.
- 8) V.V.A.A. (1977), "Gran Enciclopedia Larousse", Volumen I, Planeta, Barcelona.
- 9) SEARS, F.W. y ZEMANSKY, M.W. (1971), "Física General", Aguilar, Madrid.

**GALILEO
D
EL SONIDO**



**María Eugenia Cedrés
Irene García
Cristina López
Natalia Rodríguez
Sara Verona**

GALILEO Y EL SONIDO

Ma Eugenia Cedrés Quintana
Irene García Molina
Cristina López Vargas
Natalia Rodríguez Ruano
Sara Verona Martín

INTRODUCCIÓN

Galileo Galilei con ayuda de Ambrogetti, había preparado las primeras dos jornadas de los Discursos y demostración matemática en torno a dos nuevas ciencias relacionadas con la mecánica. El problema era si publicarlo y dónde hacerlo.

Después de realizar varios contactos durante dos años, los Discursos, dedicados al conde de Noailles, vieron la luz en Leidne, en la República de las Siete Provincias Unidas, justo homenaje al país más libre y vital de Europa en aquella época.

En sus Discursos Galileo estableció, en 1638, el movimiento parabólico de los proyectiles en el vacío, el principio de inercia y la ley de composición de velocidades. Además en esta misma obra atribuía la altura de un sonido a su frecuencia, caracterizaba los intervalos musicales por la relación entre frecuencias, estudiaba las cuerdas vibrantes, la resonancia, y ponía en evidencia las ondas estacionarias.

EL SONIDO EN LOS INSTRUMENTOS MUSICALES.

Sí tomanos varias botellas y las golpeamos con un lápiz, de izquierda a derecha podemos observar la variación del tono de los sonidos. Los instrumentos musicales también producen sonidos:

- En los de cuerda se produce al hacerla vibrar.
- En los de aire, éste pasa por el tubo cuyas aristas lo hacen vibrar.
- En los de percusión, se produce al golpear un metal o un cuerpo elástico y tenso.

1. Instrumentos de cuerda.

Hay una vibración fundamental que produce el tono básico, otras partes de la cuerda vibran con frecuencias más rápidas.

La combinación de vibraciones es diferente en cada cuerda y en los diversos instrumentos de cuerda. De esta forma producen tonos entre los cuales hay diferencias de calidad fáciles de advertir.

Las cuerdas vibrantes son hilos de nylon o alambre que vibran por:

- * pulsación (guitarra)
- * golpe (piano)
- * frotamiento (violín)

En las cuerdas se producen ondas estacionarias de forma que en los extremos fijos se producen nodos.

2. Instrumentos de viento.

El sonido lo produce una columna de aire en vibración. Esta es iniciada por:

- * los labios del que lo toca (trompeta).
- * soplando hacia la lengüeta (saxofón, clarinete).

El tono depende del largo de la columna vibratoria y varía al cambiar el ritmo de las vibraciones.

El tono depende de la combinación de las vibraciones adicionales de aire provocada dentro de cada instrumento, llamados armónico.

Un tubo sonoro es un cilindro que produce sonidos al vibrar el aire. Pueden estar abiertos por los dos extremos o sólo por donde se insufla el aire. El aire se introduce bien por un fuelle o por la boca del que lo toca.

Las vibraciones de aire en los tubos producen ondas estacionarias que resultan al superponerse la onda primitiva con otras de igual amplitud y período que se producen en el extremo contrario. Se originan por tanto zonas de máxima vibración (vientres) alternando con otras de vibración nula (nodos). La distancia entre dos vientres o nodos consecutivos será $1/2$.

LOS INTERVALOS EN ACÚSTICA.

1. Índices acústicos: Ideados para fijar la altura de los diversos sonidos empleados en música. Ordenan los sonidos en sentido ascendente, y atribuyen a cada Do un número o señal que se mantiene dentro de esa octava para los demás sonidos.

2. Afinación del LA patrón.

La altura de la La patrón o La ha variado bastante, desde 373 Hz. (Marsenne 1648) hasta 461 Hz. (finales del siglo XIX en Norteamérica). La tendencia general de afinación ha sido ascendente. Pero la excesiva altura perjudica el propio timbre de los instrumentos.

El La actual es el de 440 Hz. (La brillante o de Concierto), propuesto en Londres en 1939, y adoptado universalmente en 1953 por el Congreso Técnico Internacional de

3. Sonidos musicales.

Los sonidos musicales van generalmente desde unos 20 Hz. hasta unos 15000 Hz. La banda de las frecuencias fundamentales en música acústica está limitada hasta los 5000 Hz. Por encima de esa frecuencia se encuentran los armónicos.

4. Expresión de los Intervalos como Cociente de Frecuencias.

Intervalo: Relación de frecuencia entre dos sonidos que resulta conveniente en música.

Matemáticamente, se expresa como el cociente de dos frecuencias relacionadas. Así cualquier especie de intervalo se caracteriza por una relación propia.

5. Teoremas de Tyndall y Helmholtz.

Teorema de Tyndall: Cuanto más simple es la relación entre las frecuencias de dos sonidos, más consonante será el intervalo que forman.

Helmholtz se refiere a los acordes. Cuanto más simple y proporcional es la numeración de los sonidos que componen un acorde, más consonante será éste.

6. Pulsaciones producidas por los intervalos.

Se entiende por pulsación la diferencia entre dos frecuencias parecidas. Los sonidos utilizados en música contienen generalmente cierto número de armónicos, y las pulsaciones que no se producirían entre sonidos fundamentales se producen entre los armónicos.

Los intervalos de octava, duodécima y quinta justa no producen prácticamente pulsaciones, mientras que el resto de los intervalos producen pulsaciones más o menos perceptibles.

En la región grave se producen pulsaciones más fácilmente.

7. Modo de destacar un Armónico como si se tratara de un sonido principal.

Debe provocarse el fraccionamiento vibratorio correspondiente al armónico que se pretende obtener. Si es el segundo armónico habrá que fraccionar el cuerpo vibrante en dos mitades, si es el tercero, en tres, etc.

EXPERIENCIA CON UNA CUERDA.

Coja un pedazo de cuerda fina y fuerte que tenga entre dos metros y tres y ate uno de sus extremos con fuerza a un objeto que no pueda moverse. En el otro extremo sujételo con un lápiz. Taña la cuerda y escuche el tono grave que produce. Luego tense la cuerda y taña de nuevo. Notará que el sonido producido es un poco más agudo que el primero.

A continuación enrrolle parte de la cuerda ténsela y táñala, notará que el sonido producido es notablemente más agudo. Podemos decir entonces que " la altura del sonido de una cuerda en vibración depende del número de vibraciones por segundo. Un número dado producirá siempre el mismo sonido. Si se reduce la longitud de la cuerda o se tensa se obtendrá un número mayor de vibraciones y por tanto, un sonido más agudo.

Descubrimos que cuando una cuerda se divide a la mitad, se obtiene una altura que tiene un parecido muy exacto con el sonido original. Si llamamos al primer tono A ,

entonces se puede nombrar al segundo como A1. El proceso se puede repetir indefinidamente produciendo toda una serie de Aes.

Todos estos conocimientos ya se habían experimentado en la época de Pitágoras. Así los primeros teóricos usaron el método de llamar a todos los tonos de una misma familia por la misma letra. Se vio que sólo era necesario usar siete nombres de letras diferentes, ya que el octavo tono era el conocido A1. Por tanto si los tonos diferentes fueron llamados A,B,C,D,E,F,G el que les continuaria seria el A1.

Hay que admitir que A1 y A2 no son el mismo tono que A. Pero es útil nombrarlas por el mismo nombre de letras para que el alfabeto musical sea más manejable.

MÉTODOS PRIMITIVOS DE NOTACIÓN.

Se sabe muy poco sobre el verdadero sonido de la música griega, pero sí que la notación musical griega usaba el nombre de las letras para indicar su altura. Escribían el nombre de la altura deseada sobre la palabra o sílaba con la que se cantaba. Como el ritmo de la música vocal griega era inseparable del ritmo de la poesía, el lector conocía el ritmo de las palabras y sólo necesitaba las indicaciones de altura.

Este sistema de notación ha llegado hasta nosotros. Pero no era un sistema satisfactorio, pues era difícil de combinar con la notación rítmica. Había que descubrir una

forma que permitiese el combinar en un solo símbolo las indicaciones de ritmo y altura.

En la Edad Media cuando un grupo de monjes iba a cantar en coro, uno de ellos, indicaba con la elevación y caída de una mano, la dirección general de la melodía. A éste sistema se le denominó Quiromanía.

No fue hasta el siglo X de la era Cristiana que un genio pensó en ¡dibujar una línea horizontal que representaría el punto de referencia! La línea horizontal representaría a A.

Parece que pasó casi un siglo antes de que otro genio desconocido pensase en el detalle que finalmente haría que el sistema fuese seguro: ¡Añadir una segunda línea! A y C iba a ser representada por la distancia entre ambas líneas. El tono entre ambos sería B.

La gran ventaja fue que era fácil de combinar en las líneas las indicaciones de altura con los de notación rítmica.

Se añadieron más líneas a la escritura de la música, de forma que todas las notas contasen con línea y espacio. Se llegaron a usar hasta once líneas, por lo que algunas de las líneas tenían que ser señaladas con el nombre de las letras.

Entonces se decide quitar una línea del centro de la serie de once, de forma que quedaron dos grupos de cinco líneas cada uno. Este sistema es mucho más práctico y si se

necesita la línea del medio para representar una nota en particular, se escribirá una línea muy pequeña en su lugar.

En esencia es esto lo que utilizamos hoy en día. Cada grupo de 5 líneas se denomina pentagrama.

FENÓMENOS DE RESONANCIA.

Se producen en un sistema que puede vibrar con una frecuencia determinada, oscilando con una amplitud que puede llegar a hacerse muy grande cuando se le comunican unos impulsos periódicos cuya frecuencia está muy próxima a la del sistema.

Resonancia: Sonido producido por repercusión de otros.

A continuación, un texto que muestra con ejemplos cómo estos fenómenos ocurren a diario.

"Hay salas, a veces especialmente concebidas y otras por azar, donde un ligero murmullo en una parte puede oírse perfectamente en la parte opuesta. Podéis experimentar este en algunas estaciones de metro con forma curva en el techo o debajo de algunos puentes.

Hay una sala que se hizo famosa, pues tenía forma elipsoidal y por una propiedad de la elipse todo lo que sale de uno de los focos se concentra en el otro. Se dice que en un baldaquín lujosamente adornado se encontraba un muñeco con aspecto de sabio chino de cuyos labios salían premoniciones, advertencias o consejos. Evidentemente el muñeco no hablaba, ni tenía un altavoz oculto, pues en 1820, fecha en la que sucedía lo que estamos narrando, no existían, ni micrófonos, ni altavoces, simplemente se encontraba en uno de los focos del elipsoide, mientras que su propietario hablaba en murmullo (

*que tiene muchos componentes de alta frecuencia)
desde el otro foco."*

*AMANTE, J. "La base de la Física." Penthalon Ed.
Madrid, (1987), pp 114.*

OTRAS EXPERIENCIAS DE RESONANCIA.

1. Haga vibrar un diapasón y colóquelo sobre un timble en la cuerda de La. ¿Qué ocurre?.

2. Tapa la abertura redonda de la caja del timble y has sonar las cuerdas. Observa lo que ocurre.

3. Repite la experiencia pero con la abertura destapada. ¿Qué observa?.

4. En el fondo de un vaso de papel colocar un hilo manteniéndolo con un trozo de palillo horizontal. Deslizar sobre el hilo un pedacito pequeño de papel de seda manteniendo tirante el hilo.

Sujetar el extremo del hilo cercano a la base del vaso con dos dedos y deslizar el papel a lo largo del resto de hilo.

Observe lo que ocurre y trate de averiguar si depende el efecto de la calidad del material utilizado.

6. Coloque el mango de un diapasón en vibración sobre la mesa. Describa lo que ocurre.

7. Dé un golpe cerca de una guitarra. ¿Qué ocurre?

8. Levanta la tapa de un piano: uno aprieta el pedal de resonancia , otro canta una nota breve y fuerte en dirección a las cuerdas. Explica lo que ocurre.

9. ¿Qué relación puede tener el siguiente texto del siglo XIX con los fenómenos anteriores?

" Para lograr salir un barco que quedó atrapado entre los hielos del polo, el capitán tuvo la idea de hacer que la tripulación caminase de babor a estribor, marcando el paso y variando la velocidad de la marcha".

10. ¿Por qué cuando un batallón de soldados atraviesa un puente, se les ordena que no marquen el paso?

11. " El sonido del mar se escucha en una caracola grande " ¿Es esto cierto?

CANCION de los INTERVALLOS

CON LA CANCIÓN QUE EN-TO-NA- RÁS
DE DO A FA U-NA CANTATA VA

A - PRE - CIA - RÁS QUE-INTEN-TO-LO DAS
DE DO A SOL U-NA CANTATA RÁS

• Ejemplos de intervallos:

4^o Ascendente 3^o Ascendente 5^o Ascendente

2^o Descendente 3^o Descendente 2^o Descendente

Letra: J. Argimira Alonso

BIBLIOGRAFÍA

- * Gran Enciclopedia Larousse. (1972). Planeta Ed.
Tomos 5 y 9.
- * Colección Protagonistas de la Civilización. (1964).
Debate/Itaca Ed. Tomo 11.
- * SHANET, H. (1982) "Método de lectura musical"
Taurus Ed.
- * Apuntes del Conservatorio Superior de Música de Las
Palmas. (1990).

GALILEO Y ARQUIMEDES: LA BALANZA HIDROESTÁTICA.

GALILEO: LA LEY DEL CUADRADO CUBO

Dolores Gloria Aleman Santana, Elena Maria Azcoira González,
Víctor Antonio González Díaz, Patricia Teresa González Vega,
Antonia Maria Montesdeoca Faubricio, Maria Jesus Pérez
Santana

0.- Introducción.

En esta comunicacion vamos a tratar el Principio de Arquimedes, de como al plantearle un problema el Rey Hieron de Siracusa desarrollo el principio que lleva su nombre. En el cual se basa la hidroestatica.

El principio de Arquimedes lo retoma Galileo Galilei, preocupado por lo pobre de las explicaciones que aparecen en los escritos de la epoca, intenta y consigue hallar una demostracion que lo deja satisfecho. Veremos como con una sencilla aplicacion de la balanza hidroestatica es posible descubrir las sustancias puras.

Despues de esta demostracion, se comprobara como el Principio de Arquimedes no solo es aplicable a los liquidos sino tambien es aplicable a los gases.

Concluiremos con un problema sencilla que tambien preocupó a Galileo: ¿Existen los gigantes?. Veremos lo curiosas que pueden resultar las preocupaciones cientificas de un sabio que dieron por hereje.

1.- Arquimedes.

Enunciado del teorema de Arquimedes.

Un cuerpo sumergido en un liquido es empujado hacia arriba con una fuerza que es igual al peso del volumen del liquido desalojado.

Arquimedes descubrió este fenómeno del empuje al resolver el problema de si la corona del rey Hierón de

Siracusa era o no completamente de oro. Para ello la peso, mediante un dinamometro, encontrando que su peso era x gramos-fuerza, después calculo el empuje a que estaba sometida al introducirla en un recipiente que contenia agua, tomò la cantidad de agua desplazada y la peso, calculando así el valor del empuje, siendo este y gramos-fuerza. El peso de la corona seria:

$$P_c = d_a \cdot g \cdot V$$

El empuje seria:

$$E = d_w \cdot g \cdot V$$

Dividiendo queda:

$$\frac{P_c}{E} = \frac{d_a}{d_w}$$

Conocidos los datos del peso de la corona, del empuje del agua y la densidad del agua (1 gr./cm.^3), calculó con la expresion anterior la densidad del oro, dándole un valor inferior a la del oro puro:

$$\frac{P_c}{E} = d_w$$

Factor 19,3

De esta forma dedujo que la corona no era de oro puro.

2.- Galileo: La balanza hidroestática.

De como Galileo justifica su interes por la experiencia de Arquimedes ante el problema de Hierón:

"Bien creo yo que, habiendose difundido la fama de Arquimedes había descubierto tal hurto sirviendose del agua, posteriormente algún escritor de aquellos tiempos ha dejado constancia de aquel hecho, y al mismo tiempo para añadir algo a lo poco que de oídas había entendido, dijo que Arquimedes se había servido de la forma que posteriormente todos han creído. Pero al conocer yo que tal procedimiento era falaz y falto de aquella exactitud que se requiere en los asuntos matemáticos, me ha hecho pensar muchas veces de que manera, por medio del agua, se podría encontrar con precisión la mezcla de los dos metales; y, finalmente, después de haber vuelto a ver con diligencia lo que Arquimedes demuestra en sus libros, me ha venido a la mente un procedimiento que resuelve a la perfección nuestro problema.

Este procedimiento creo yo que es el mismo que uso Arquimedes. sobre todo si se considera que, ademas de ser exactisimo, depende de demostraciones descubiertas por el propio Arquimedes."

Ahora pasaremos a representar la experiencia que Galileo realizo para demostrar que Arquimedes tenia razon.

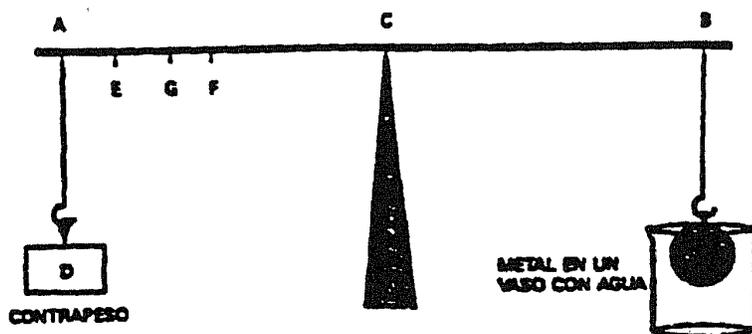
Por supuesto no podemos utilizar los materiales que Galileo utilizo, en su caso utilizaremos una pesa de plomo, otra de cobre y otra de los dos materiales mezclados, por supuesto todas han de tener el mismo peso. Tambien utilizaremos una balanza hidroestatica, intentaremos que sea lo mas parecida posible a la que utilizo Galileo.

Descripción experimental de Galileo.

En una balanza colocamos un metal en un brazo y en el otro un contrapeso que pese lo mismo que dicho metal en el aire; si despues sumergimos el metal en el agua dejando el contrapeso en el aire, para que tal contrapeso se equilibre con el metal necesitaremos retirarlo contra el fiel..., colocandolo, por ejemplo, en E cuantas veces la distancia CA supere la distancia AE, tantas veces el metal supera mas al agua... Hagamos lo mismo con el otro metal (de menor densidad) ... y llevemoslo hasta F, donde se equilibrara.

La distancia FE sera la misma que la diferencia que existe entre el peso de ambos metales. Pero si hacemos una mezcla de ambos metales (cuyo peso en el aire sea el mismo que el contrapeso D), esta claro que por tener por ejemplo, plomo y cobre, pesara menos que si todo fuera de un solo metal, y que por tener un solo un metal pesara menos que el otro en estado puro..., para equilibrar esta mezcla en agua habra que correr el contrapeso... hasta G y segun la proporcion conforme a la cual se divide la distancia EF, se tendra con exactitud la proporcion de los dos metales que componen dicha mezcla..., pero es necesario advertir que la distancia GF que termina en el signo del segundo metal nos indicara la cantidad del primero, y las distancia GE, que termina en el signo del primero, nos mostrara la cantidad del segundo, de manera que si FG resulta ser el doble de GE,

tal mezcla estara compuesta de dos partes de un metal y una de el otro metal.



Utilización de la balanza hidrostática.

3.- Una tonelada de madera pesa más que una tonelada de hierro.

Se trata de explicar , mediante este ejemplo curioso, que el principio de Arquímedes es aplicable, no sólo a los líquidos, sino también a los gases.

Comenzaria, primero y antes de nada, con enunciar el principio de Arquímedes respecto a los gases:

"Todo cuerpo experimenta en el aire una «pérdida» de peso igual al peso del volumen de aire que desaloja".

Es decir el peso real de un cuerpo, es igual a la cantidad que se tiene del cuerpo más el peso del volumen de aire que ocupa dicho cuerpo.

Una vez aclarado dicho principio, se pasaría al ejemplo en concreto.

¿Que pesa mas una tonelada de madera o una tonelada de hierro?

Se dibuja una habitación, y se dibujaria, lo que equivale a una tonelada de madera, y una tonelada de hierro.

Estos dos ultimos se podrian recortar, para que sean más manejables en la explicación.

Pues bien:

- Primeramente cogieramos la transparencia que representa a la tonelada de madera y la colocariamos sobre la transparencia de la habitación.

Observaríamos que ocupa mucho volumen.

- Luego haríamos lo mismo con el hierro.

Observaríamos que ocupa un volumen mucho menor que el ocupado por la madera, digamos que 15 veces menor.

Si esto se lo aplicamos al Principio de Arquímedes donde el peso real es igual a la cantidad correspondiente al cuerpo mas el peso del volumen de aire que ocupa dicho cuerpo, llegaríamos fácilmente a la conclusión de que la tonelada de madera pesa más que la de hierro.

- Cuestión práctica:

Una tonelada de hierro ocupa un volumen de $0,125\text{m}^3$

Una tonelada de madera ocupa un volumen de 2m^3

Según la ecuación: $P = e \cdot V$; donde $e =$ densidad del aire
y vale $1,293 \text{ Kg/m}^3$

y sustituyendo:

$P_{\text{hierro}} = 0,125 \times 1,293 = 0,16 \text{ Kgr.}$

$P_{\text{madera}} = 2 \times 1,293 = 2,586 \text{ Kgr.}$

$P_m - P_h = 2,5 \text{ kgr.}$

4.- La ley del cuadrado cubo.

La literatura de ficción, está llena de fantásticos personajes gigantescos, pues bien, podemos estar tranquilos, porque desde el punto de vista científico, no existen tales personajes.

Fue Galileo quien en el siglo XVII, hizo por primera vez esta afirmación mediante "la ley del cuadrado cubo".

Esta ley expone lo siguiente: "Cuando en un cuerpo, animado o inanimado, el volumen aumenta un cubo de dimensión, su superficie sólo aumenta el cuadrado de dimensión".

DEMOSTRACION:

Supongamos que tenemos un cubo de 1 cm. de arista. El volumen que es igual a $1 \times 1 \times 1$ nos da 1 cm^3 .

Por otro lado, como el cubo tiene 6 caras iguales, su superficie será: $6 \times 1 \text{ cm}^2 = 6 \text{ cm}^2$.

Entonces, haciendo una tabla de valores:

ARISTAS (cm)	SUPERFICIE	VOLUMEN
1	6	1
3	54	27
6	216	216
10	600	1000
25	3750	15625

Observamos como el volumen crece mucho más que la superficie.

Al continuar creciendo el cubo, aumentaria la presión sobre la superficie de soporte; y esta presión termina por ser tan grande, que el cubo empezaria a aplastarse bajo la acción de su propio peso.

Por ejemplo, un hombre que pesa 80 Kp. y gasta de suela de zapatos 500 cm² de superficie total, puesto en pie, cada cm². de suela soporta 0.16 Kp.

Pero si aumentamos por 10 todas sus medidas, obtenemos:

$$80 \times 10 \times 10 \times 10 = 80 \text{ toneladas.}$$

$$500 \times 10 \times 10 = 50.000 \text{ cm}^2.$$

Puesto en pie, cada cm². de suela soporta 1.6 Kp., es decir, 10 veces más que antes.

CONCLUSIÓN:

Por esta razón, los animales grandes necesitan más apoyo proporcionalmente que los pequeños, y ni los insectos gigantes, ni los hombres gigantes podrian existir.

5.- Bibliografía

- MARTINEZ, F. y otros (1987) *Proyecto Hiscoex*. Las Palmas.
- ASIMOV, I. (1987) *Enciclopedia biografica de la ciencia y tecnología II*. Alianza Editorial, Madrid.
- PERALMAN, Y. *Física recreativa*. Ediciones Martínez Roca, S.A.

**Araceli Rivero Santana
Sonia Melián Fernández
Auxiliadora Márquez Fuentes
Mercedes Alemán Rodríguez**

**Juan Carlos Brito Socorro
Antonio J. Cabrera Pulido
Natalia Déniz Pérez
Holanda Negrin González
Sonsoles Suárez Lastras
Juan Cristobal Trenzado Diepa**

Encuesta sobre la vida y obra de Galileo

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Ciencias a lo largo de los años, viene demostrando los escasos niveles de motivación que despiertan los conocimientos científicos impartidos en las aulas, y la necesidad de un giro para implicar más las dimensiones afectivas de los alumnos, y la significatividad que determinados asuntos tratados en la clase de ciencias, puede tener para los mismos.

Los científicos, al ir penetrando cada vez más en zonas muy especializadas, las cuales no tan sólo por su complejidad sino por el trasfondo de pensamiento que les da soporte, escapan a las posibilidades de los no iniciados en estas cuestiones han ido abandonando la tarea divulgadora, por lo que las noticias de este campo se limitan a señalar visiones catastrofistas o a apuntar hacia insospechadas conquistas del hombre en su penetración de los fenómenos naturales.

Por estos motivos hemos realizado un estudio en Gran Canaria y Lanzarote mayormente, la primera sede del Congreso, con el fin de reflejar la alfabetización científica existente en nuestra sociedad.

Para dicho estudio, se han realizado seiscientas encuestas con las siguientes preguntas:

1. ¿Sabe quién fue Galileo?.
2. ¿En qué época vivió?.
3. ¿Cuál fue su mayor aportación a la Ciencia?.
4. ¿Tiene idea de alguna teoría o demostración suya?.
5. ¿Podría nombrar dos científicos relacionados o coetáneos de Galileo?.
6. ¿Por qué es de actualidad en estos días?.

Dentro de las seiscientas personas encuestadas se encuentran diversas edades y niveles culturales: estudios primarios, ciencias, letras, alumnos y profesores universitarios, etc.

Los resultados del estudio se recogen a continuación

ANÁLISIS GRÁFICA I

Esta gráfica va a reflejar los aciertos y errores de los seiscientos encuestados, sin distinción entre estudios, profesión, etc., en cada una de las seis preguntas realizadas:

En la primera de ellas, el porcentaje de aciertos es considerablemente superior al de los errores: 70'33% de aciertos, frente a un 29'67% de errores, lo que nos lleva a pensar que la mayor parte de la gente tiene alguna idea sobre quien fue Galileo, o por lo menos, sobre qué ámbito relacionarlo.

Las respuestas de mayor frecuencia fueron:

- 1) Un científico.
- 2) Un físico.
- 3) Un filósofo.
- 4) Un astrónomo.

La segunda pregunta, que se refería a la época en que vivió, no estuvo tan acertada como la anterior: como dato, tenemos que el 37'17% de los encuestados acertó, mientras que el 62'83% no lo hizo.

Las respuestas más comunes o frecuentes fueron erróneas:

- 1) Edad media.
- 2) Siglo XV.

Dentro de las respuestas acertadas, las de mayor frecuencia fueron:

- 1) Renacimiento.
- 2) Sobre los siglos XVI-XVII.

La tercera pregunta, es una de las más "claves" para saber si el encuestado conocía o no a Galileo. Dicha pregunta era: ¿Cuál fue su mayor aportación a la Ciencia?. Decimos que es una de las más relevantes porque la respuesta a la misma es la razón por la que Galileo ha destacado de la manera en que lo ha hecho.

Pues bien, aunque esta respuesta tuvo un ligero aumento de aciertos frente a la pregunta anterior, no fue contestada con

demasiado éxito, ya que sólo el 43'17% (menos de la mitad), contestaron favorablemente, mientras que el 56'53% no supieron determinar que la mayor aportación de Galileo a la Ciencia fue confirmar la Teoría Heliocéntrica de Copérnico.

Dentro de los errores, la respuesta más común fue:

- 1) Que la tierra era redonda.

Dentro de los aciertos, las respuestas de mayor frecuencia fueron:

- 1) La Teoría Heliocéntrica.
- 2) Que la Tierra giraba en torno al sol.
- 3) Que la Tierra no era el centro del Universo.

La cuarta pregunta, tuvo todavía menos éxito que las tres anteriores, ya que su contestación correcta lleva consigo el que se conozca más en profundidad la figura de Galileo y sus aportaciones, algo que sólo puede ser posible si se ha estudiado previamente con profundidad y detenimiento.

Únicamente el 33'33% (la tercera parte) de los encuestados, supieron decirnos algo sobre alguna teoría o demostración suya; por lo tanto, las dos terceras partes contestaron erróneamente, tanto atribuyéndole teorías que no le pertenecían, como respondiendo que no sabían ninguna Teoría o demostración suya.

Dentro de los errores, las respuestas más frecuentes eran:

- 1) Que la Tierra era redonda.
- 2) La invención del telescopio.

Dentro de los aciertos, las respuestas de mayor frecuencia eran:

- 1) La Teoría Heliocéntrica.
- 2) El movimiento del péndulo.
- 3) La Teoría de la caída de los cuerpos.

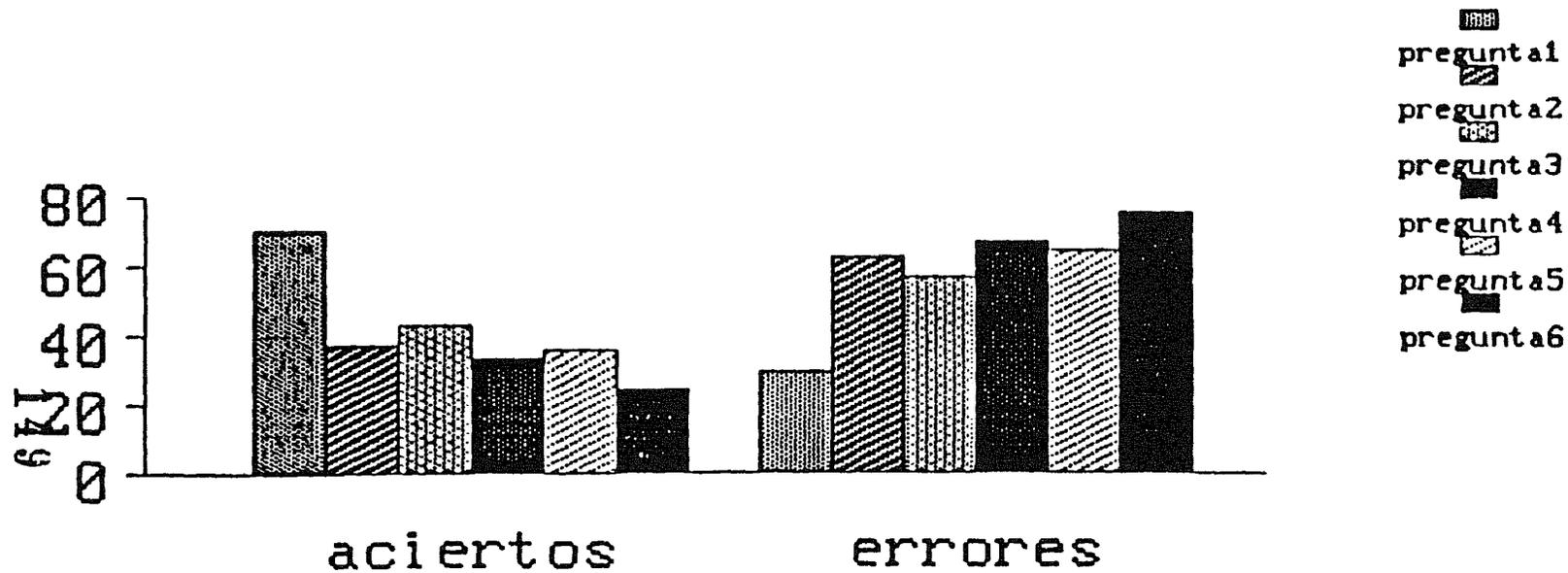
La quinta pregunta, tuvo un aumento de aciertos con respecto a la anterior. Esta pregunta se refería a coetáneos o científicos relacionados con Galileo. Pensamos que este aumento de aciertos, puede deberse a que cuando se estudia a Galileo, especialmente en Bachillerato, también se hace referencia a estos señores, por lo que algún que otro nombre, como Kepler o Ptolomeo

quedan en la memoria de los estudiantes.

Sin embargo, pese a este ligero aumento, el porcentaje de aciertos sigue siendo bajo pues sólo es de un 35'83%, mientras que el de errores es del 64'17%.

La sexta y última pregunta fue la que obtuvo menor porcentaje de aciertos: sólo un 24'67% (una cuarta parte), mientras que un 75'33% respondió erróneamente.

Esta pregunta estaba referida a por qué Galileo estaba de actualidad en estos días, y no mucha gente supo la respuesta.



Como síntesis podemos decir que sólo una mayoría supieron contestar favorablemente a la primera pregunta, mientras que el resto de ellas fueron contestadas acertadamente por menos de la mitad de los encuestados, llegando incluso, este porcentaje a ser la cuarta parte de ellos. Esto nos indica que en realidad, sólo un 40% de media, tiene alguna idea cierta de quien fue Galileo y de sus aportaciones a la Ciencia.

La tabla de porcentajes es la siguiente:

Preguntas	%Aciertos	%Errores
1ª	70'33	29'67
2ª	37'17	62'83
3ª	43'17	56'83
4ª	33'33	66'67
5ª	35'83	64'17
6ª	24'67	75'33

ANÁLISIS GRÁFICA II

Esta gráfica va a reflejar el porcentaje de aciertos de los profesores, alumnos y gente de la calle, por preguntas:

Observando la gráfica podemos ver como en la primera pregunta, el porcentaje más alto de los aciertos corresponde a los alumnos, con un 78'99%, siguiéndole los profesores con un 63'86% y por último, la gente de la calle con un 51'06%.

Pensamos que estos resultados pueden explicarse de la forma siguiente:

El mayor porcentaje corresponde a los alumnos porque a lo largo de sus estudios, especialmente en Bachillerato, se estudia a Galileo y por lo tanto, tienen de alguna manera algunos conocimientos "frescos" sobre él. En cambio, los profesores, por regla general, hace mucho más tiempo que lo estudiaron, y por lo tanto, es más probable que lo hayan olvidado. En cuanto a la gente de la calle, hay personas de todos los niveles culturales, por lo tanto, si bien hay algunos que saben quien fue Galileo, otros muchos jamás han oído hablar de él; por lo tanto, la media aritmética de los aciertos no es muy grande.

En el resto de las preguntas, el mayor porcentaje de aciertos corresponde a los profesores, con un 40'96%, 49'40%, 49'40%, 49'40% y 49'78% que equivalen a las preguntas 2,3,4,5 y 6 respectivamente.

Como vemos, este porcentaje no difiere mucho de una pregunta a otra, lo que quiere decir que aquellos profesores que conocen a Galileo, lo conocen bien en cuanto a su entorno y aportaciones.

A los profesores le siguen los alumnos, que salvo en la última pregunta, superan a la gente de la calle, aunque cabe señalar que no demasiado, con los porcentajes: 38'56%, 42'55%, 31'91%, 34'84%, y 17'89%, también equivalentes a las preguntas 2,3,4,5 y 6 respectivamente.

Como vemos, estos porcentajes son más variables que el de los profesores, lo que nos lleva a pensar, que el alumno

conoce determinadas "pinceladas" de la vida de Galileo, pero no de una forma tan profunda.

Por último, tenemos a la gente de la calle, con porcentajes inferiores en todas las preguntas, salvo la última, donde superan a los alumnos.

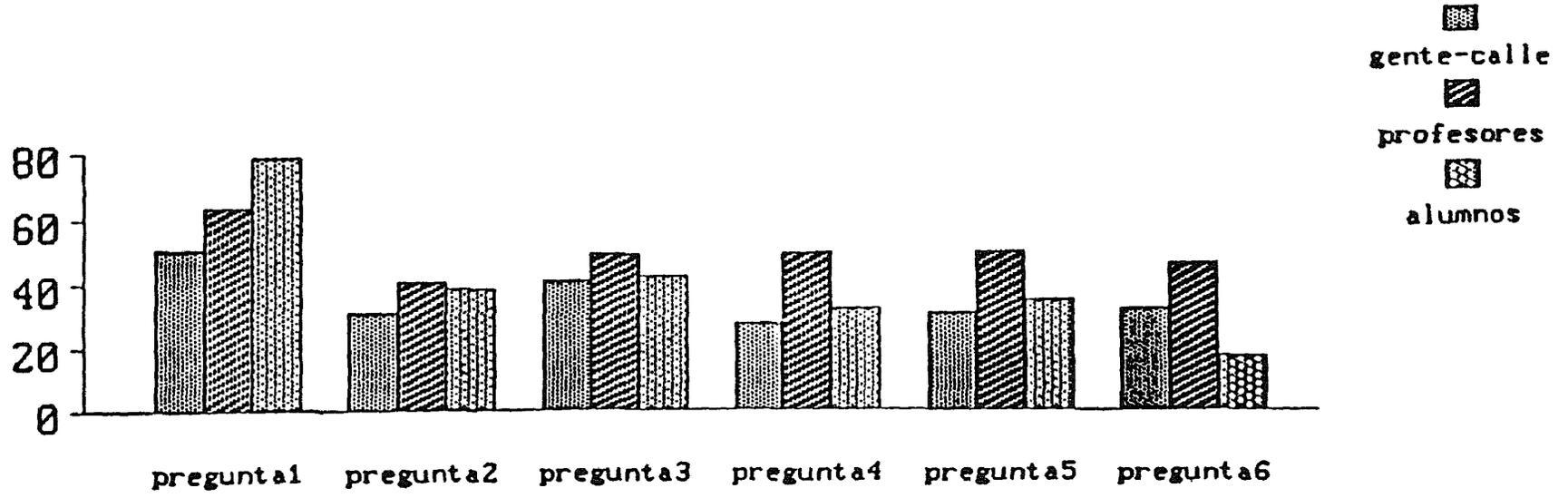
Esto quizás sea debido a que esta pregunta no necesita de conocimientos académicos, sino que más bien tiene que ver con la atención prestada a los medios informativos.

Los porcentajes respecto a las preguntas 2,3,4,5 y 6 son respectivamente 31'21%, 41'13%, 27'66%, 30'50% y 31'91%.

La tabla de porcentajes es la siguientes:

Pregunta	Alumnos	Profesores	G.C.
1ª	78'99%	63'86%	51'06%
2ª	38'56%	40'96%	31'21%
3ª	42'55%	49'40%	41'13%
4ª	31'91%	49'40%	27'66%
5ª	34'84%	49'40%	30'50%
6ª	17'89%	49'78%	31'91%

Como complemento a estas conclusiones, podemos utilizar las tres gráficas que vienen a continuación, donde podemos apreciar el porcentaje de "aciertos medios" tanto de profesores como de alumnos y gente de la calle.



Como vemos, el porcentaje medio de aciertos en los profesores es de un 49'80% (casi la mitad), mientras que el de alumnos es de un 40'69% y el de la gente de la calle, sólo de un 35'58%.

Con estos datos, podemos concluir diciendo que el profesorado conoce mejor a Galileo que los alumnos y la gente de la calle, y los alumnos a su vez, lo conocen mejor que la gente de la calle: sin olvidar, claro está, que ninguno de ellos supera el 50% de aciertos, es decir: ¡No podemos afirmar que conozcamos quien fue Galileo!.

ANÁLISIS GRÁFICA VI

Esta gráfica va a reflejar el porcentaje de aciertos entre la gente de Ciencia, letras y estudios primarios, por preguntas:

Observándola, podemos apreciar, como en la primera pregunta, el porcentaje de aciertos entre ciencias y letras es muy similar (46'25% y 73'33% respectivamente), mientras que el de estudios primarios es menor (50'43%).

En la segunda pregunta, sin embargo, los de letras van a superar a los de ciencias (46'25% y 38'37% respectivamente). Esto quizás se deba a que los estudiantes de letras, al haberlo estudiado en Filosofía, tienen una idea más clara de como era su entorno y los principios que imperaban entonces, con lo que les es más fácil relacionar la época, mientras que los de ciencias están más interesados en las aportaciones que supuso su existencia. Por último, tenemos a los de estudios primarios con un 30'43%.

La tercera pregunta, no se contradice con lo dicho para la anterior, ya que se refiere a la mayor aportación de Galileo a la Ciencia, por lo que es de suponer que el mayor porcentaje de aciertos va a corresponder a los de ciencias, lo que va a ser cierto, ya que un 46'53% de ellos va a contestar correctamente, mientras que los de letras, van a contestar bien un 40'83%. Por último, tenemos la gente de estudios primarios con un 28'70% de aciertos.

La cuarta pregunta, también se va a corresponder con lo dicho anteriormente, pues lo de ciencias, saben más sobre sus teorías y aportaciones a la ciencia, que la gente de letra. Así tenemos un 42'04% de aciertos para Ciencias, un 27'92% para letras y un 25'22% para estudios primarios.

La quinta pregunta se presenta aproximadamente por igual para ciencias que para letras, con un 38'37% y un 39'17% respectivamente. Esto es lógico ya que ambos han estudiado a Galileo en sus materias respectivas, y junto a él, también a sus

coetáneos. Por último están, al igual que en las preguntas anteriores, los estudios primarios en un 32'17% de aciertos.

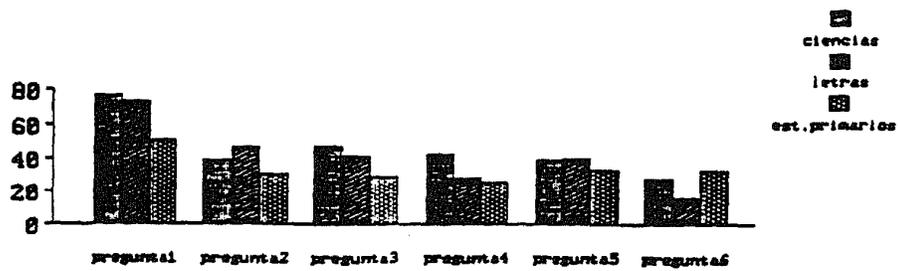
La sexta pregunta, se presenta algo sorprendente, ya que el mayor porcentaje de aciertos corresponde a estudios primarios, con un 32'17% y al igual con la gráfica 2, pensamos que se debe a que esta pregunta no requiere tener conocimiento académico, sino que la constatará bien aquel que de alguna manera, "lleva al día" los informativos, y al parecer esto lo suele hacer la gente que tiene los estudios primarios. A continuación, le sigue ciencias con un 27'35% seguida de letras con un 15'42%

La tabla de porcentaje es la siguiente:

pregunta	ciencias	letras	E. Primarios
1	76'73%	73'33%	50'43%
2	38'37%	46'25%	30'43%
3	46'53%	40'83%	28'70%
4	42'04%	27'92%	25'22%
5	38'37%	39'17%	32'17%
6	27'35%	15'42%	32'17%

Estas conclusiones se pueden complementar analizando las tres gráficas de sectores circulares vienen a continuación donde podemos ver el porcentaje medio de aciertos de ciencias, letras y estudios primarios.

FORCENTAJES DE ACIERTOS



Observando estas gráficas podemos ver como el mayor porcentaje de aciertos corresponde a la gente de ciencias con un 44'90%. A continuación, vienen los de letras con un 40'99%. Por último, los de estudios primarios con un 33'19%. Como vemos, las diferencias no son muy excesivas, sin que ninguno de los porcentajes supere el 50% de aciertos.

CONCLUSIÓN FINAL

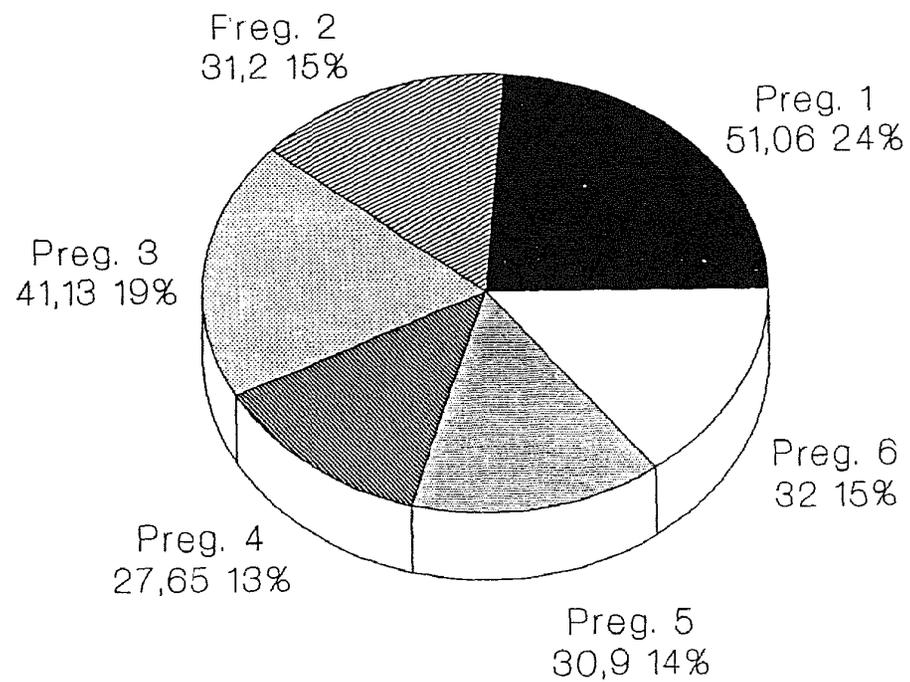
Los porcentajes de respuestas correctas, demuestran que el ciudadano medio de Las Palmas de G.C. no conoce, de forma clara quién fue Galileo ni sus aportaciones a la Ciencia.

Esto nos indica la gran analfabetización científica que impera en el ciudadano medio de este municipio. Pero esto no debe alarmarnos, ya que no estamos en tanta discordia con respecto al resto del mundo, ya que un reciente estudio publicado en una prestigiosa revistas americana en 1989, afirma que en dos de las más antiguas y destacadas democracias: Estados Unidos y Reino Unido, aproximadamente 9 de cada 10 ciudadanos carecen de información científica para tomar parte en decisiones de carácter político que hagan relación a la Ciencia.

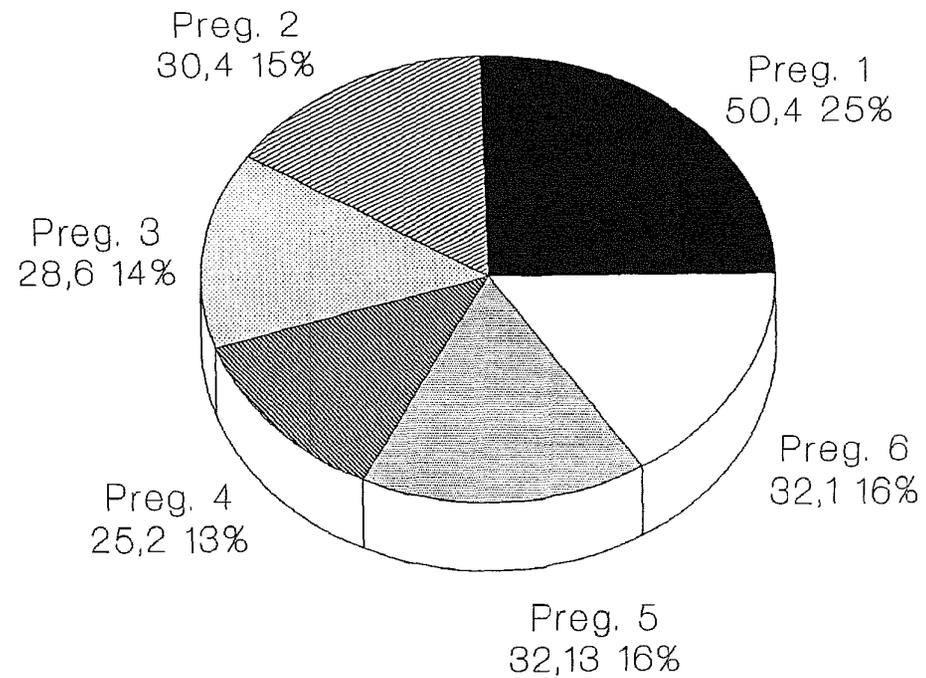
Los datos se han extraído de encuestas llevadas a cabo en ambos países por separado con resultados muy poco alentadores pues viene a decir que, aproximadamente, la mitad de los americanos, y menos de un tercio de los británicos saben que un electrón es más pequeño que un átomo. Y por poner otro ejemplo, que en la misma proporción anterior, en cada uno de esos países, los encuestados saben que la tierra gira alrededor del sol una vez al año.

Por lo tanto, es algo alentador que no seamos los únicos "analfabetos" desde un punto de vista científico.

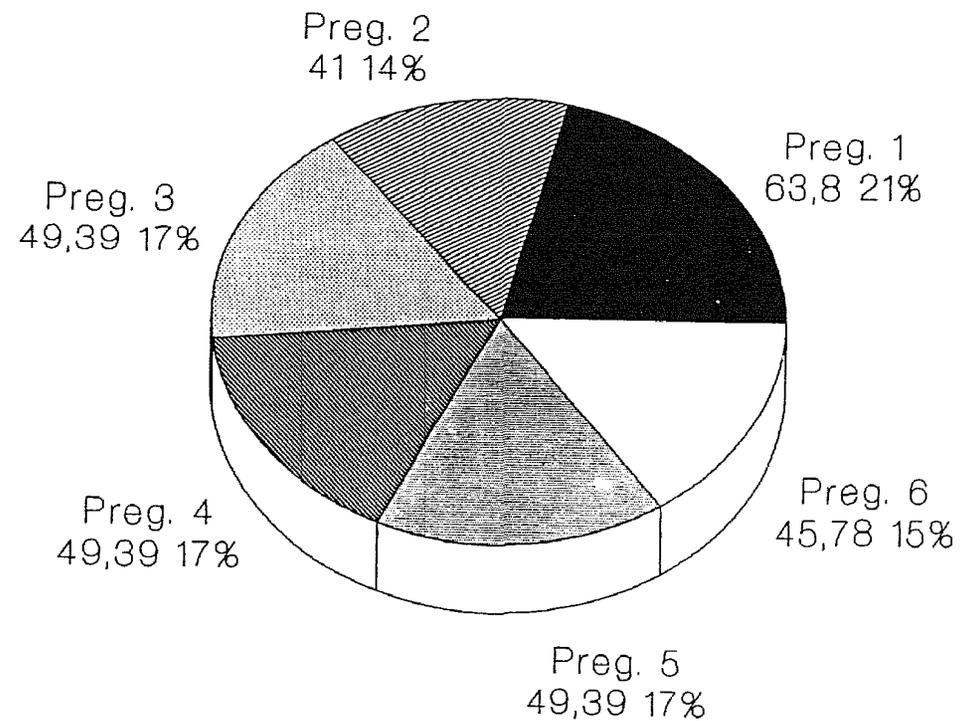
ACIERTOS PUBLICO GENERAL



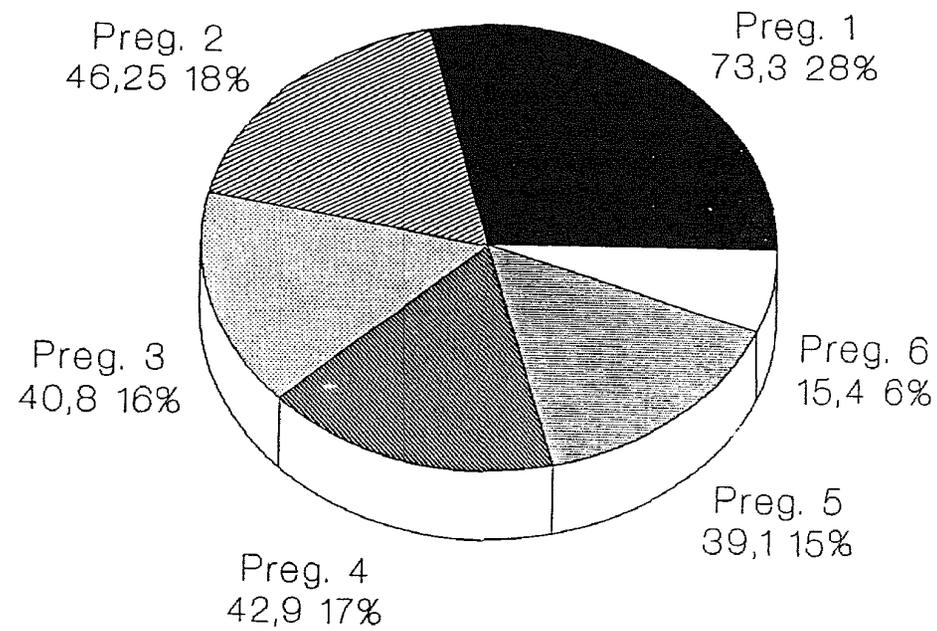
ACIERTOS ALUMNOS PRIMARIA



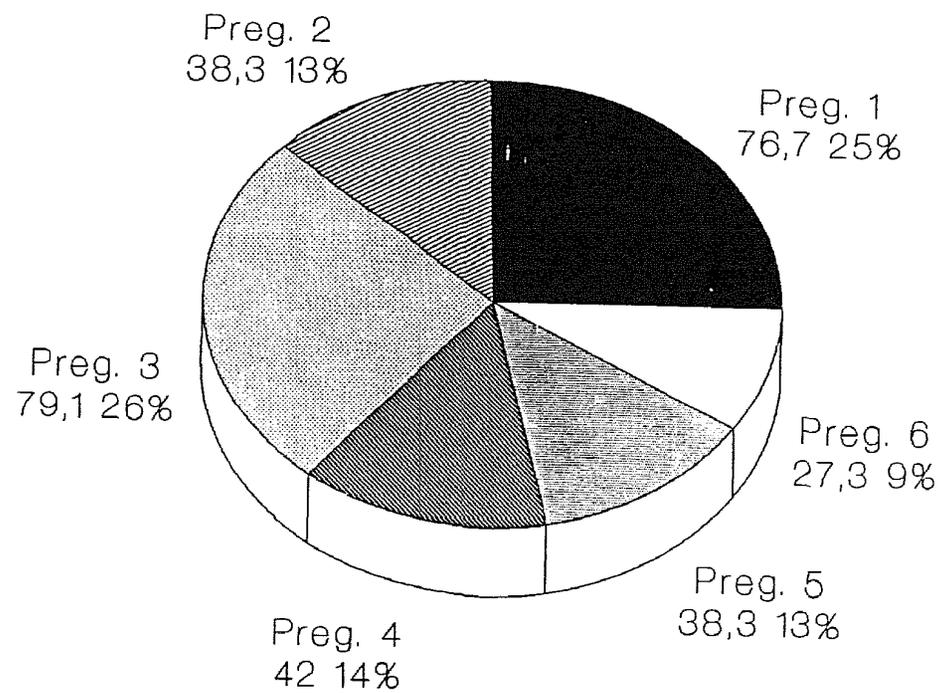
ACIERTOS PROFESORES



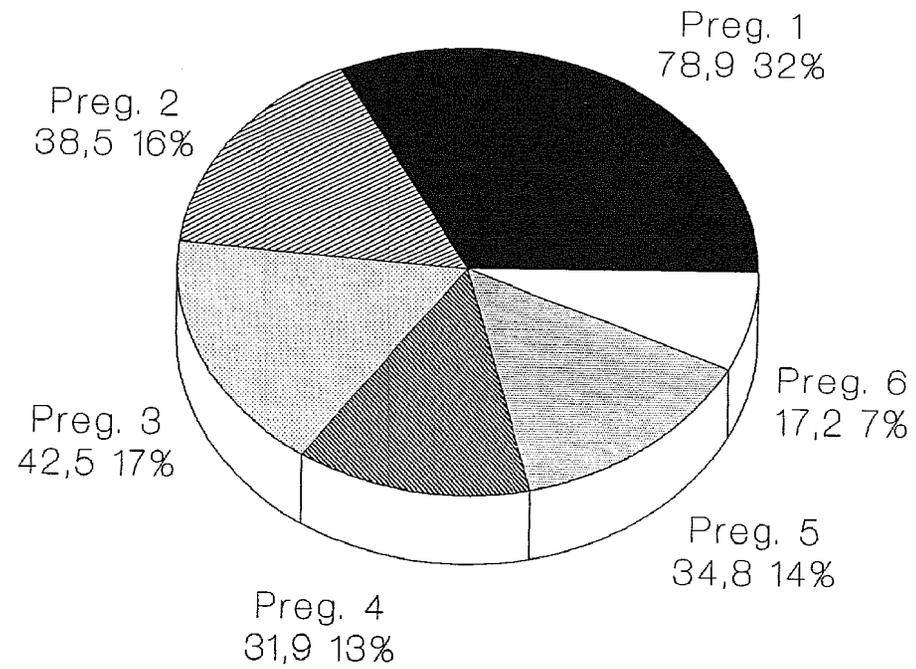
ACIERTOS ALUMNOS LETRAS



ACIERTOS ALUMNOS CIENCIAS



ACIERTOS ALUMNOS



CONCLUSIONES

En lo que respecta a la adquisición de contenidos relativos a las Ciencias Experimentales, podríamos destacar como aportaciones fundamentales de este II Congreso de alumnos las siguientes:

1. Las actividades desarrolladas ilustran como mediante la elaboración de una estrategia de enseñanza-aprendizaje pensada y organizada, es posible hacer que nuestros alumnos adquieran un comportamiento científico.
2. Al tratar las fases de desarrollo de las ideas científicas de Galileo los alumnos pasan a ver la ciencia como una actividad dinámica y a la construcción del conocimiento como algo posible para ellos.
3. La reconstrucción histórica en el aula favorece el aprendizaje significativo caracterizado por la retención comprensiva de conceptos
4. La reproducción de algunos de los razonamientos y experiencias que empleó Galileo a la hora de abordar cuestiones tales como,
 - la caída de los cuerpos
 - el problema de la medición del tiempo
 - el movimiento de los planetas
 - relación entre altura del sonido y frecuencia
 - planificación de una balanza hidrostática,..... etc.proporcionan no solo la oportunidad de introducir la metodología científica en el aula sino también de lograr que los alumnos adquieran una mejor conceptualización de temas tan importantes como estos, y a una mejor comprensión de los procesos de la Ciencia y de la evolución del pensamiento científico.
5. Se favorece la adquisición de destrezas, tanto en la consulta de fuentes de información, recogida y organización de datos, como en la elaboración de las comunicaciones que canalicen la información recopilada.
6. Al traer noticias de actualidad relacionadas con la ciencia al aula se contribuye a que el alumno investigue conozca y valore a nivel social cual es el estado de conocimiento científico de determinados temas y la necesidad de formación científica que ello conlleva.
7. La utilización de actividades de historia de la ciencia relacionadas con otras en las que se integran Ciencia-Técnica-Sociedad, dentro del marco del modelo constructivista de enseñanza contribuyen a mejorar la actitud de los alumnos hacia la ciencia y a valorar que el estudio de la misma contribuye a su formación como futuros educadores y a prepararles para comprender mejor el mundo en que viven.