

Universidad Nacional de Colombia

Observatorio Astronómico de Manizales OAM

IYA 2009-Manizales



Newton *

Por Gonzalo Duque-Escobar

Manizales, Julio de 2009

*

Este documento se basa fundamentalmente en un resumen del libro de William Rankin, "Newton para Principiantes", con algunos complementos de la bibliografía anexa al final.



*Imagen: Isaac Newton. A brief history of time, Stephen Hawking

Principios de la civilización

Lo que importa es el pensamiento, así:

- Aritmética para la contabilidad.
- Geometría para medir la tierra y ubicar las cosechas de grano.
- Alfabeto para escribirlo todo.

Con los calendarios surge la agricultura, y con la agricultura los primeros poblados que aparecen hace unos 10 mil años. Y gracias a los poblados, surge la escritura.

A orillas del Nilo

- Mediciones para la navegación, replantear lotes anegados y prever el invierno.
- Mediciones para las construcciones e impuestos.
- Calendario para las cosechas y siembras
- El día en 24 horas.
- Surge el sistema numérico.

Babilonia

- El Tigris y el Éufrates en la fértil tierra prometida.
- Sistema sexagesimal: circunferencia en 360° y $1^\circ = 60'$, dado que el año son 360 días.
- Todo por reglas fijas: no existe el método lógico y se aplica el principio de causalidad.
- Sobresale el ciclo de Saros, de 223 meses sinódicos, para la predicción de los eclipses.

Los Pitagóricos 572 – 48 a.C.

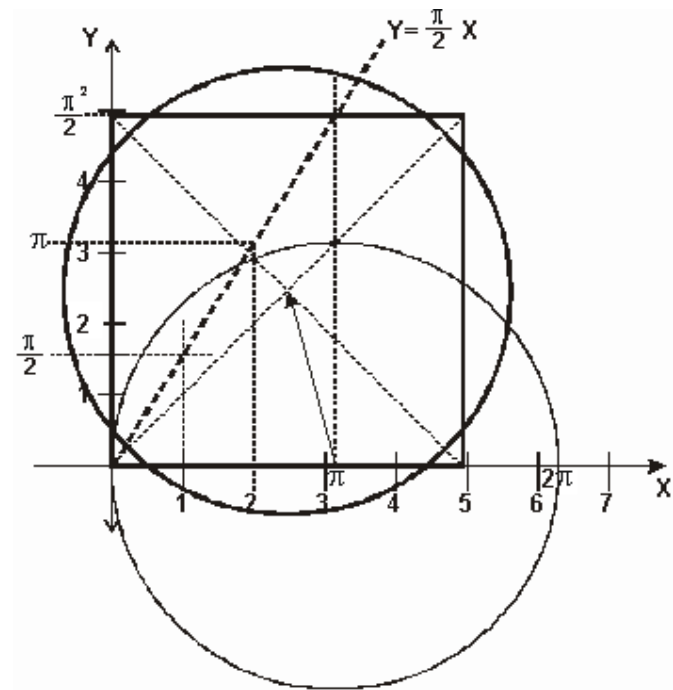
- Pitágoras de Samos (580-500 a.C.) visita Egipto y Caldea
- Todo se reduce a números
- Cada nota musical en función de longitud de la cuerda
- El cielo en su totalidad es números y es armonía
- Igualdad para todos los seres vivos: humanos y animales
- Conexión entre números y la música.
- Invento del sistema decimal y las tablas de multiplicar

Los Irracionales

- Como π y $\sqrt{2}$: una nube de infinitud.
 - Pares e impares, cuadrados y cubos
 - Hipotenusa y catetos se relacionan con aéreas
 - La raíz de 2 ¿Qué fracción la origina?
 - Los irracionales no son números verdaderos, están ocultos en la infinitud.
 - Hippasos el pitagórico: desea calcular la diagonal del cuadrado de Lado = 1, y por eso lo lanzan fuera de la hermandad.

La cuadratura del círculo

- Con compás y escuadra, obtener un Radio tal que las aéreas de ambos sean iguales, equivale a encontrar la razón entre la circunferencia y el número π .
- Hace 100 años se demostró que “el círculo no se cuadra”; que es imposible esa tarea.

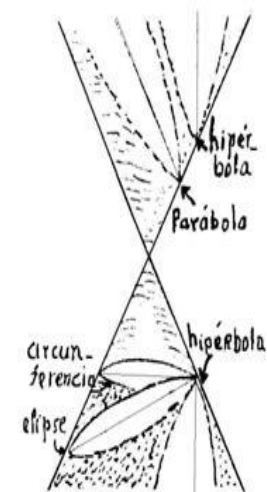
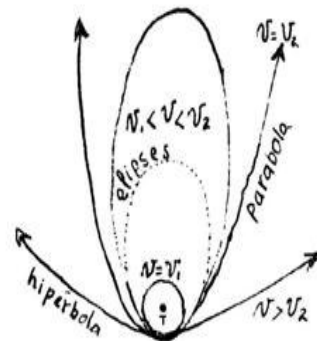


Euclides v.s. Platón

- Los griegos desprecian el provecho económico.
- Euclides (306 a 283 a.C) : geómetra que enseñaba en Alejandría, en su obra “Elementos” deja las bases de la geometría plana.
- Platón (428-348 a.C.): discípulo de Sócrates y maestro de Aristóteles, en sus “Diálogos”, expone la filosofía de su maestro, como la más elevada expresión del idealismo.

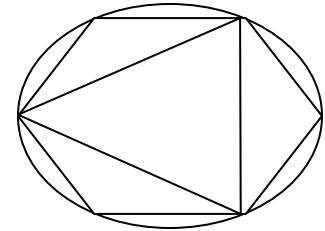
Las cónicas

- Los griegos no escatiman esfuerzos pensando en problemas imposibles; así aparecieron las cónicas, impuras y aparentemente “inútiles”, donde la intersección de un plano sobre una superficie cónica genera dichas curvas: círculo, parábola, elipse e hipérbola.



Los Pitagóricos: el agotamiento

- Antifón el Sofista (479 a 411 a.C.) calcula el arco de la circunferencia en función de polígonos regulares de “n” lados, con $n = 3, 6, 12, 24 \dots X$
- Para llegar a la circunferencia ¿Cuánto vale “X”? ¿Cuándo detenerse?
- ¡Imposible y fatal el infinito!



La Atenas de Aristóteles era semidemocrática: a pesar de la igualdad entre los seres, el trabajo era para los esclavos y también era indigno para la clase social privilegiada.

Zenón de Eléa (490 a 430 a.C.)

- En su “Plusca Change”: Zenón introduce el fundamento del cálculo infinitesimal, al combatir las tesis del movimiento con la paradoja de “Aquiles y La flecha”: para ir de A a B: habrá que pasar la mitad, luego la otra mitad del camino restante y así sucesivamente. Si se generaliza esto, la flecha que se dispara en A, no podrá alcanzar el blanco en su destino B.
- $AB \rightarrow AB/2 \rightarrow AB/4 \dots$ La flecha y el Blanco no se encontrarán



Arquímedes (287 – 212 a.C.)

- 11. Eureka → Arquímedes matemático y físico siracusano, que mantuvo relación con Eratóstenes de Cirene el Director de la Biblioteca de Alejandría, y con los sucesores de Euclides.
- Aunque Siracusa está en la Isla de Sicilia, fue el más insigne matemático de la civilización griega, y quien desarrolla las relaciones entre áreas y volúmenes, y entre la circunferencia y su diámetro.

El pensamiento práctico

- Resuelve el problema del infinito aceptando diferencias despreciables: estima útil aplicar π , así:

$$3 \frac{1}{7} < \pi < 3 \frac{10}{17}$$

- Combina agotamiento con comprensión, lo que equivale a establecer “el límite”, como solución razonable.
- Y estima la posibilidad de cuantificar el Universo, no el de las teorías tradicionales, sino el de Aristarco: para el efecto asume que en tamaño, la Tierra es al Sistema Solar, como el Sistema Solar es al Universo comprendido por la Esfera de las Estrellas.

Geometría en acción

- Arquímedes hijo de Fidias y amigo del Rey Gerón II de Siracusa, dice “Denme un punto de apoyo y moveré el mundo”; con sus palancas mueve por tierra el barco cargado y más grande, desde el puerto hasta la plaza.
- Arquímedes defiende la ciudad sitiada por los romanos, e incendia las naves concentrando la luz con un enorme espejo (Año 212 AC); para esta batalla se aplican las catapultas y grúa que ha inventado.

Muerte del pensamiento original

- Los romanos simulaban abandonar Siracusa y entre tanto, para celebrar la victoria en la ciudad se hace el festival de la diosa Diana, con vino y con deporte.
- Entretanto, el soldado romano entra al aposento de Arquímedes, y él le recrimina diciendo: “No me arruine mis círculos”, siendo esta última, la frase de Arquímedes antes de ser pasado por la espada.

Nace Newton

- La Naturaleza y las Leyes naturales se hallaban ocultas en la noche. Dios dijo: Que Newton sea... y se hizo la luz (Alexander Pope (1688-1744)).
- Navidad de 1642 finca de Woolsthorpe; Lincolnshire: Nace Isaac Newton al año de la muerte de Galileo.
- ¿Qué día era? Un problema de calendarios: al año Juliano le sobraban 11 minutos y 12 segundos, y el equinoccio de primavera se había adelantado 10 días hacia el año 1500 (Julio César 100-44 a.C.)
- El nuevo Calendario Gregoriano (Gregorio XIII) no fue aceptado de inmediato: el norte de Europa en 1700, la Inglaterra protestante en 1743, Japón en 1873, China en 1912 y Rusia en 1918.

La infancia de Newton

- Cuando Isaac tenía dos años de edad, su madre Hannah Ayscough, que enviuda temprano, se vuelve a casar con Barnabas Smith, el ministro de la vecina iglesia del pueblo North Witham.
- Barnabas, su padrastro de 63 años, exige que Newton se quede al cuidado de la abuela materna. Cuando Newton tiene 10 años, muere el padrastro y le deja a Hannah tres hijos de 3 años (h), 6 años (m) y 1 año (m).
- A los 12 años Isaac Newton, ingresa a la Escuela de Gramática, para aprender el latín, que es la lengua internacional de su época.

La escuela de Newton

- En la escuela básica, Newton sobresalía por su interés en los molinos de viento, mostrando su inclinación hacia las artes y trabajos mecánicos, y destreza manual elaborando vestidos, reloj de sol (pared de la iglesia), cometas, fuegos artificiales, pólvora para los vecinos e inventos extraños, además, de su interés por las aves.
- También Pregonó este método: experimentación práctica y artesanía; o experimentación química, análisis de la experiencia, organizar y presentar en categorías, además tomar notas.
- Era sobrio, silencioso, pensativo, y poco jugaba afuera con otros niños.

Oliver Cromwell (1599-1658)

- Es la época de Oliver Cromwell y su dictadura buscando el poder para el Parlamento como representante de artesanos y comerciantes, y no para el Rey y para la clase terrateniente.
- Al morir Cromwell, se da la famosa tormenta que Newton quiere medir, saltando, apoyado con sus cometas.
- En este momento de la vida de Newton, se restablece la monarquía con Carlos II, hijo de Carlos I, aunque con menos poder.

La temprana juventud

- A los 17 años la familia lo quería hacer granjero, pero va tras los libros del hermano del farmaceuta Clarke.
- Por su afición a la lectura descuida las obligaciones: el ganado que le encomiendan arruina un cultivo y lo multan con 3 chelines y 4 peniques; una libra son 20 chelines y un chelín son 12 peniques.
- Pensando que para lo único que sirve es para la universidad: su tío William y su maestro Stokes convencen a su madre Hannah de enviarlo a la escuela Grantham para que se prepare.

A Cambridge

- En 1659, Isaac Newton a la edad de 18 años y 4 años mayor que los demás, cambia la paz rural por el Trinity College en Cambridge, antiguo hogar del puritanismo de Cromwell, como lo fue Oxford para la monarquía.
- Isaac entra con beca gracias a la esposa del farmacéuta Clarke, testigo de su interés por las lecturas.
- Clarke como “industrial” y comerciante de la época, es miembro influyente del consejo directivo del Trinity College.

¿Pero que es Cambridge?

- El Centro está 100 años atrás: se enseñan Lógica, Ética y Retórica Aristotélicas, pero nada más. En 1661 este plan de estudios no era procedente, y por lo tanto Cambridge no era un centro de avanzada para Europa: en Cambridge no se experimentaba.
- En Inglaterra y Europa, Francis Bacon (1561 – 1626), era el experto.
- Allí Isaac Newton como cualquier becario: sirviente y excluido, debía comer las sobras del menú de los cotizantes, mientras estos se servían de los becarios y sin trazar amistad con ellos dado su rango social.

Aún pesan ideas griegas

- La visión aristotélica tenía 2000 años de rezago: por ejemplo la Tierra es el centro del Universo y está estática según Aristarco (310 – 230 a.C.)
- Física en griego, significa naturaleza (pero no de medio ecosistémico) sino de “la finalidad que tiene las cosas”. Un hueso y un perro => el perro tiende a moverse hacia el hueso, y la naturaleza del hueso es ser comido por el perro. Las balas de los cañones se mueven en escuadra y no en parábola.

Copérnico (1473- 1543)

- Copérnico no fue un observador; simplemente leyó a Aristarco (310 a. C - 230 a. C) en la Universidad de Bolonia, y se apoyó en las referencias que hizo de Aristóteles (384 a. C –322 a. C) para refutar el modelo geocéntrico.
- Si el modelo fuese el de Aristarco, por ser heliocéntrico, el movimiento retrógrado podría explicarse bien sin requerir de los 27 círculos del modelo geocéntrico de Ptolomeo (100 -170).

Moviendo la Tierra

Copérnico cree que en el cielo están los planetas en torno al Sol y bajo las estrellas, y que el movimiento natural es en orbitas circulares; un movimiento circular perpetuo, continuo e infinito donde cada esfera tiene sus epiciclos.

Entonces, este astrónomo polaco que movió la Tierra no acepta que los planetas tengan velocidades variables en el cielo.

“De revolutionibus orbium coelestium”

- Después de haber permanecido guardado por 30 años este trabajo de Copérnico, Joachim o bien el profesor de matemáticas Rethicus, saca en un 50% esta obra, la que publica el cofundador del luteranismo Andreas Osiander.
- El libro de Copérnico no molesta al Papa. El libro que trata “Sobre la revolución de las esferas celestes” no era un libro revolucionario.
- En esta obra, antes que destruirlos, se salvaban Aristóteles y Ptolomeo.

Johanes Kepler (1571 – 1630)

- Uno de los pocos que lee a Copérnico, es Kepler. Además de enfermizo y campesino, fue delicado, prematuro, corto de vista y con una visión múltiple.
- A los 9 años Kepler vio un cometa, y entonces se pregunta “¿Por qué hay 6 planetas?” .
- Buscando una respuesta a la geometría de las órbitas planetarias, en 1595 concluye: la magnitud de las mismas, debe responder a los acoplamientos que se den al acomodar entre sí los sólidos perfectos.

Sólidos perfectos

- Los sólidos perfectos son: el tetraedro de triángulos, el cubo de seis cuadrados, la doble pirámide, c/u de 4 triángulos, formando un sólido con ocho caras, sólido poliédrico con 12 caras de pentágonos, sólido poliédrico con 20 caras de triángulos.
- Teóricamente encajaban los 5 sólidos perfectos, y entonces, el alemán Kepler, que publica su obra “Misterio Cósmico”, también quiere probar sus teorías, sometiéndolas a comprobación, como gesto de su honestidad.

Tycho Brahe (1546 – 1601)

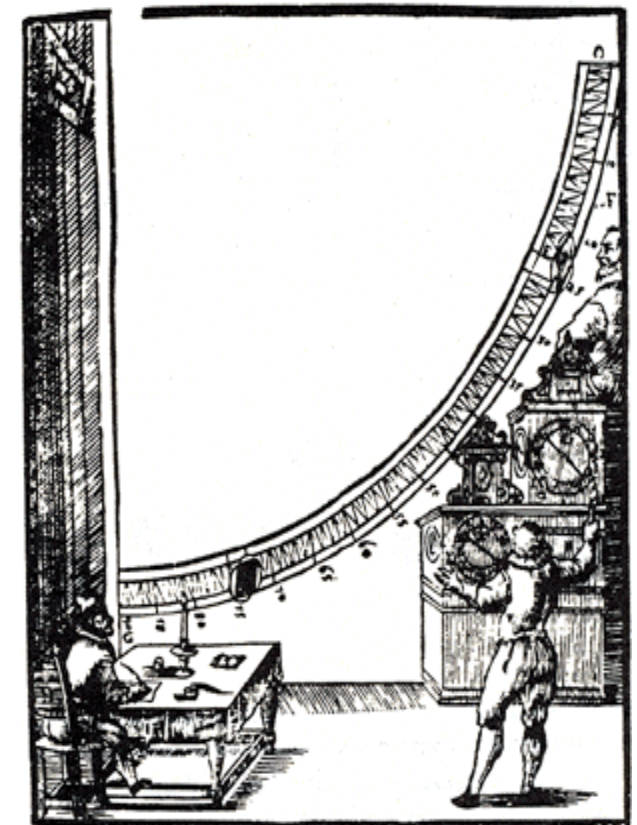
En 1598 Kepler es expulsado de Austria por ser protestante y viaja a Praga, alentado por “las medidas” astronómicas del astrónomo danés.

Tycho Brahe esperaba que el astrónomo alemán con sus matemáticas, le diera valor a sus voluminosas observaciones; así le entregó el caso más difícil: Marte con 7 epiciclos, para que sea Kepler el arquitecto que descubra la verdad oculta.

Kepler le prometió resolver en 8 días el enigma, pero tardó 8 años.

Observaciones de utilidad

- Desde el Siglo XIII, venían en uso las tablas astronómicas patrocinadas por Alfonso X El Sabio (1221-1284). El danés Tycho, hombre con nariz de metal, había encontrado que las “Tablas Alfonsíes” tenían un error de un mes y las de Copérnico, errores de varios días.
- Por eso se dedicó a las observaciones, utilizando el cuadrante de pared.



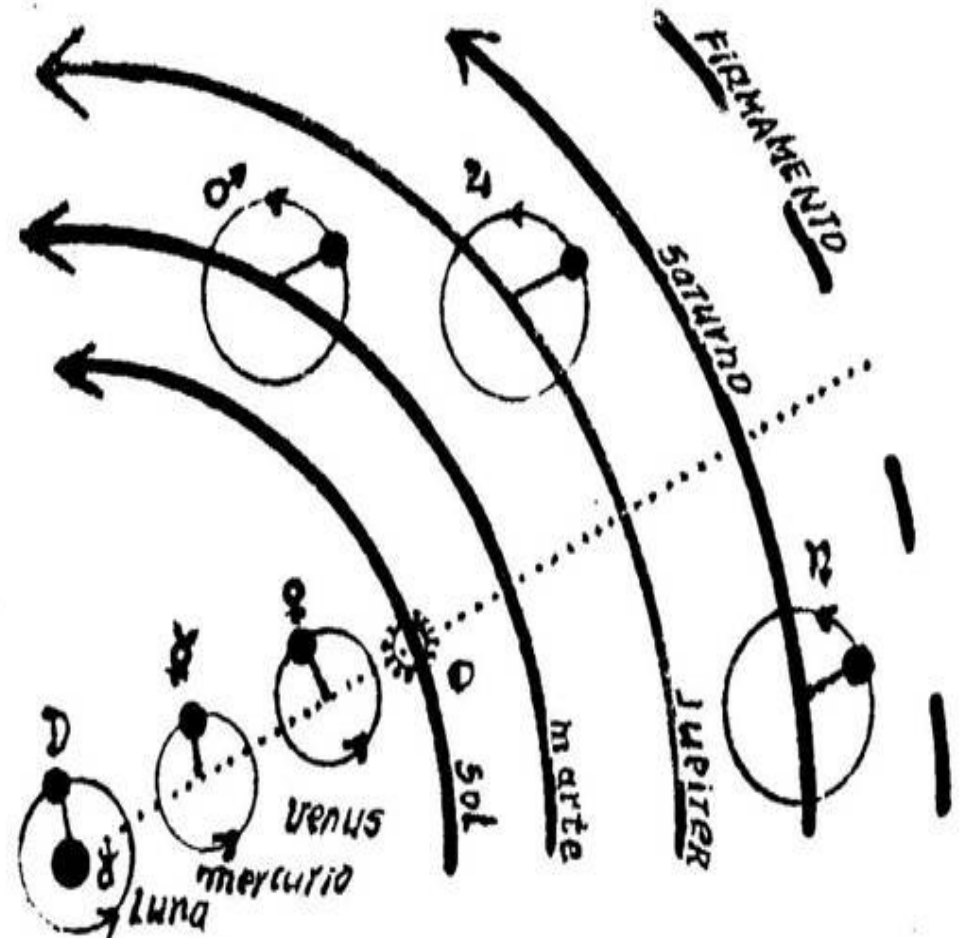
QVADRANS MVRALIS TYCHONICVS.

Astrónomo del Sacro Imperio

- La súper nova de 1572 visible de día, conmovió a Tycho Brahe: no se mueve entre las estrellas, está con ellas, y por lo tanto es del firmamento y no un fenómeno sublunar o de la atmósfera.
- Y con el cometa de 1577, Brahe le asesta otro golpe a Aristóteles: “está 6 veces más allá de la Luna”.
- A los 54 años, en 1601 muere Brahe, y Kepler es nombrado para sucederlo como astrónomo Oficial del Sacro Imperio de Rodolfo II, heredero de Carlomagno, y toma control del vasto volumen de observaciones suyas.

El mundo sublunar

- Con la supernova se advierte que el cielo cambiaba, lo que contradice a Aristóteles quien suponía que lo único cambiante era la esfera sublunar.

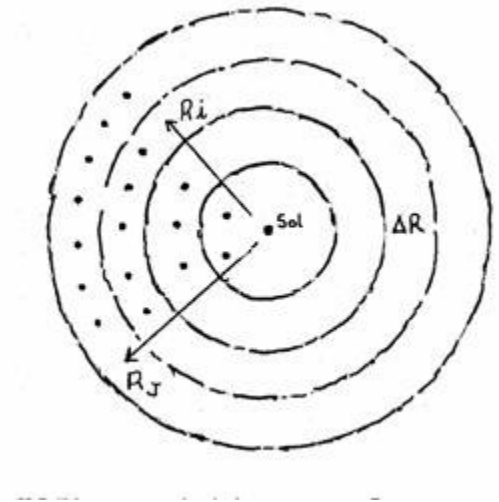


Kepler funda la óptica moderna

Probablemente sus problemas de visión contribuyen a encontrar respuestas sobre:

- “Cómo trabaja el ojo Humano”
- “Cómo trabaja la cámara oscura”
- “Cómo trabaja la lente refractora”

Además, formula la Ley de la “relación inversa entre intensidad de la luz y el cuadrado de la distancia”.



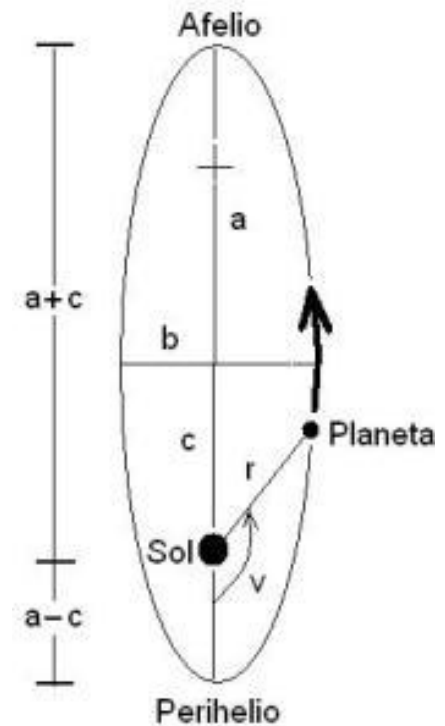
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2}$$

Suma y resta de exponentes

- Navega con Marte: 900 páginas de errores que se anulan, explicaciones erróneas y callejones sin salida, en lo que se denominaría “Geometría abstracta de los cielos”.
- Con la obra de J. Neper Octavio (1560 – 1617), aparecen los logaritmos y con ellos los cálculos astronómicos se simplifican: no más multiplicaciones y divisiones; solo sumar y restar.

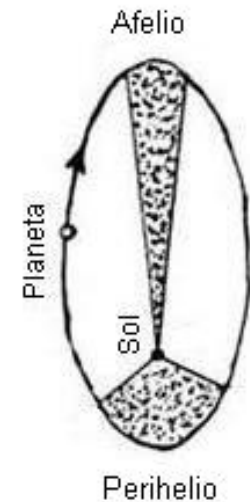
La primera ley de Kepler

- A los 8 años concluye con Marte, y entonces encuentra que “su órbita no es circular sino elíptica: es la 1ª Ley que ubica al Sol en uno de los focos de la elipse.”
- Así, la órbita no se configura con 7 epiciclos, sino que es una sola curva. Además, “Kepler modifica la norma aristotélica del Universo, y cae el círculo perfecto” y algo de la perfección prevista para los cielos.



La segunda ley de Kepler

- Kepler descarta la idea de Copérnico de que la velocidad planetaria es constante, y entonces formula la Ley de las áreas en 1609.
- Esta es la 2ª Ley de Kepler que señala la igualdad de las áreas que barre el radio vector en períodos iguales de tiempo, y que determina que la velocidad del planeta es variable haciéndose más rápido en el Perihelio y más lento en el Afelio.
- En la expresión adjunta se relacionan las velocidades extremas, que son las de afelio y perihelio, con la excentricidad de la órbita “e”.



$$\frac{V_p}{V_a} = \frac{1+e}{1-e}$$

La tercera ley de Kepler

- En la obra “La armonía de los mundos”, comparó los atributos de los 5 planetas conocidos, buscando las relaciones armónicas entre ellos.
- En 1619 publica la 3ª Ley , que relaciona los cuadrados de los periodos (**P**) con los cubos de los semiejes mayores de las órbitas planetarias (**a**).

$$\frac{P}{P} = \left(\frac{a}{a} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Las tablas Rudolfinas

- Construye las tablas Rudolfinas en honor al emperador Rodolfo II, partiendo de los trabajos de T. Brahe. Entonces estalla la guerra de los 30 años entre cristianos y protestantes, y en su patria, su madre protestante es acusada por los católicos.
- En medio de la guerra, la imprenta se quema, pero Kepler salva el manuscrito de las tablas y estas se publican en 1627.

La ciencia ficción

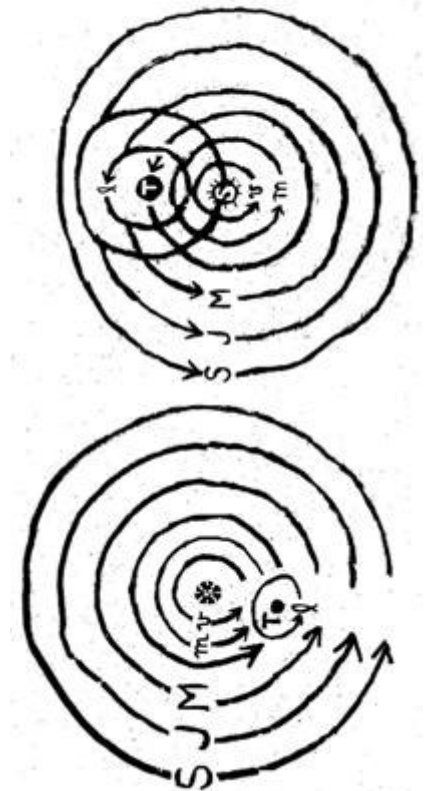
- En 1629 Kepler inventa la ciencia ficción con un cuento del viaje a la Luna, describiendo la velocidad de escape, la ingravidez a mitad de camino y las leyes de la física de entonces.
- Muere de 49 años, en 1630, después de viajar a pie para cobrar los salarios no pagados; no podía viajar a caballo por sufrir de hemorroides.

Galileo Galilei (1564-1642)

- Galileo a los 17 años durante la misa, descubre las leyes del péndulo, donde el período aumenta con su longitud, pero no con su masa.
- A los 20 años, advierte que la caída de un par de cuerpos, uno 10 veces más pesado que el otro, tarda igual, y no lo que decía Aristóteles. Trabajó el plano inclinado para medir tiempos en la caída de esferas de peso diferente, e hizo fortuna vendiendo una brújula militar.
- Además encontró la relación de escalas y proporciones en la resistencia de materiales.

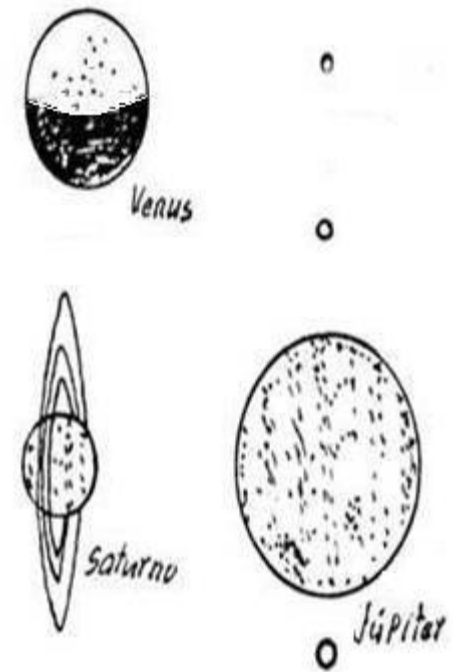
El telescopio refractor

- Aplicando la idea del invento holandés construyó un telescopio refractor (lentes), y en 1609, fue el primero en aplicarlo para la astronomía.
- Descubre cráteres y montañas en la Luna, manchas solares, y cuatro satélites en Júpiter; y a partir de esto empieza a combatir la cosmología aristotélica basada en la perfección de los cielos y la preeminencia del geocentrismo.



Sorprende a todos

- En 1610 publica “El mensajero de las Estrellas”, un sobrio, breve, e ingenioso trabajo de observación metódica:
 - Los satélites de Júpiter
 - Las fases de Venus
 - La nebulosa de Andrómeda
 - Las manchas solares
 - Anillos en Saturno



En manos del inquisidor

- Sus primeros enemigos son los Jesuitas; y como no pudo demostrar que la Tierra giraba entorno al Sol, desafió a la Iglesia a que demostrara lo contrario.
- Se le prohíbe enseñar la teoría de Copérnico y se le asigna el caso al cardenal Bellarmino, inquisidor del humanista Jordano Bruno.
- Urbano VIII, nuevo Papa, invita a Galileo a escribir “El sistema del mundo en 4 diálogos”; pero Galileo traiciona la intención del Papa, y entra a la inquisición el 12 de abril de 1633, quien lo condena por apostarle a las nuevas ideas y sus consecuencias.

René Descartes (1596-1650)

- Descartes simplificó la notación algebraica, creó la geometría analítica y el sistema de coordenadas cartesianas, lo que abre el camino para el cálculo diferencial e integral, a Newton y Leibniz. Además inventó la regla del paralelogramo para la suma de vectores.
- Su sistema propuesto en la química, desplaza al aristotélico. Además, sentó los principios del determinismo físico y biológico al proporcionar una explicación unificada de fenómenos magnéticos, ópticos, astronómicos y fisiológicos.

Visión mecanicista

- Para René Descartes la naturaleza es una maquinaria donde todo está engranado: se trata de materia sometida a fuerzas, que responden a modelos mecánicos.
- Para él, los animales y las plantas no tienen alma, y el médico es un mecánico. Dice, “no tiene sentido preguntarle a una máquina cuál es su finalidad”, pues no es otra que la que su inventor le ha dado.

La segunda ley de Descartes

- Dice que los cuerpos tienden a persistir en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme.
- Pero en los cielos, para Descartes es el Plenum lo que hace que los planetas no tengan trayectoria rectilínea, sino circular y en torno a su respectivo Vórtice, que para ellos es el Sol como lo son los planetas para sus respectivas lunas en el sistema solar.
- La luz es la presión que ejerce la materia celestial sobre los planetas, y la gravedad es un reflejo al impulso centrífugo de la materia celeste.

Los cómo y los por qué

- Aristóteles: ¿por qué se mueve un cuerpo? Lo hace porque busca su lugar propio, dependiendo de su mayor o menor balance de gravedad y levedad. Entre los cuatro elementos, el elemento tierra presenta máxima gravedad y el elemento fuego, máxima levedad.
- Galileo: ¿cómo se mueve? Su desplazamiento depende de una velocidad media, en un tiempo dado:
- Descartes: ¿por qué se detiene? Esto es un asunto nuevo, puesto que en la Tierra debería seguir en línea recta, a diferencia de la trayectoria circular propia del movimiento de los astros en los cielos.

Descartes no convence a Newton

- Entonces, si la luz es presión, ¿por qué, no podemos ver de noche? . Y como Descartes no aceptaba fuerzas a distancia y supone la existencia de algo ocupando el espacio para transferir la fuerza de la gravedad, Newton también pregunta ¿por qué ésta no se puede hacer reflejar como la luz?.
- Contra un espacio lleno de éter, Newton considera un espacio vacío a modo de contenedor.
- El Plenum de Descartes es un fluido material que ocupa todos los vacíos y que impulsa a los planetas, y por lo tanto es materia en forma de energía.
- El Vórtice de Descartes es lo que excluye del movimiento rectilíneo a los planetas.

Aristóteles (384 a. C- 322 a.C)

- Aristóteles propone aprender de la naturaleza. En oposición a los seres artificiales, los seres naturales se caracterizan entre sí. por poseer en sí mismos un principio de reposo y movimiento: si las sustancias naturales poseen una tendencia a realizar determinadas actividades, los seres artificiales carecen de ella.
- La filosofía aristotélica define a la ciencia como un conocimiento seguro y evidente, obtenido a partir de demostraciones.
- Aristóteles es 45 años más joven que su maestro Platón, y para los aristotélicos, era mejor la calidad que la cantidad.

La escuela de Atenas: Platón

- La unión es accidental-
- La muerte como liberación-
- El alma es de naturaleza inmortal-
- El alma preexiste al hombre-
- El alma es del mundo de las ideas-
- El recuerdo es reminiscencia-
- Las Ideas son lo que siempre existe mientras el Universo es lo que siempre cambia-



Platón y Aristóteles, por Raffaello Sanzio (detalle de *La escuela de Atenas*, 1509). De la Wikipedia.

La escuela de Atenas: Aristóteles

- La unión es substancial-
- La muerte como una tragedia-
- Las almas creadas por Dios-
- El alma no preexiste-
- El mundo de las ideas no existe-
- Conocer es recordar-
- Dios es la suprema causa y el motor fundamental del Universo.



El Partenón en la Acrópolis (447 a.C a 432 a.C)
Fuente: <http://www.viajarsinbrujula.es>

El modelo aristotélico

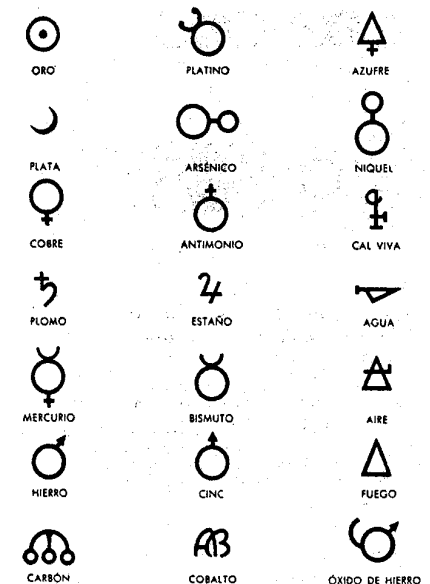
- El modelo aristotélico contempla la Tierra quieta en el centro del Universo y rodeada primero por tres esferas materiales sucesivas de agua, aire y fuego. Esto en el espacio sublunar, que es el de las imperfecciones.
- Y luego, más allá del conjunto de la Tierra y estas esferas elementales, estará el mundo supralunar de la perfección. Allí, dentro de un conjunto concéntrico se ubicaban las esferas cristalinas y transparentes, primero de los planetas y luego de las estrellas.
- Esta teoría geocéntrica y de un Universo considerado finito, perdura hasta el Siglo XVI cuando Copérnico cambia el concepto.

Neoplatónicos y Cartesianos

- En tiempos de Newton, Isaac Barrow (1631 – 1677) fue el líder de los neoplatónicos.
- El neoplatonismo es un sistema filosófico que nació en Alejandría en el siglo III, y que fue enseñado en diferentes escuelas hasta el siglo VI.
- Ahora, para los neoplatónicos, y Newton lo fue, Descartes había ido muy lejos al eliminar la espiritualidad del mundo físico.

La Alquimia

- Mientras Descartes imponía las leyes a las cosas, Barrow comprendía el papel de la alquimia como si fueran las matemáticas para la filosofía, y el de la experimentación alquimista como el equivalente a la anatomía o a la botánica, para las ciencias de la vida.
- En la historia de la ciencia, la alquimia es una antigua práctica protocientífica y una disciplina filosófica que combina elementos de la ciencia, la técnica, el arte y la filosofía.
- El término protociencia alude a una nueva área de esfuerzo científico en proceso de consolidación.



Símbolos de los elementos. Fuente:
<http://encina.pntic.mec.es/~jsaf0002/p43.htm>

La Peste Negra y Hobbes

- La Peste Negra fue la devastadora pandemia que mató cerca de un tercio de la población del continente Europeo en el siglo XIV, y que se cree fue un brote de la peste bubónica causada por la bacteria *Yersinia pestis*, transmitida por la pulga de la rata de campo.
- En 1664 apareció un cometa y con él llegó la peste negra a Londres, cobrando 1/5 de la población; luego aparece un segundo cometa y por lo tanto se prohíbe la lectura del neoplatónico Hobbes (1588-1679), un filósofo racionalista y materialista que predicaba que el hombre es una máquina natural sometida al encadenamiento estricto de causas y efectos.

Cierra Cambridge

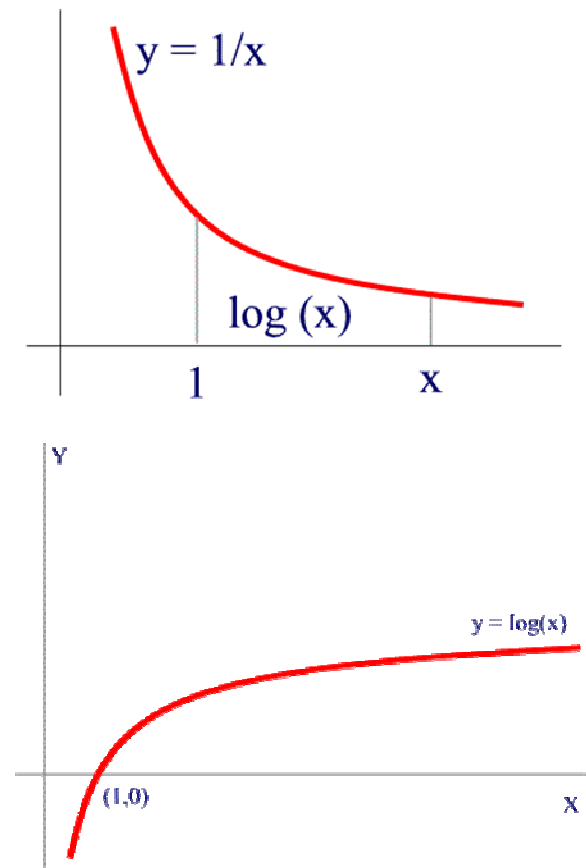
- Por la peste, cierra Cambridge en 1665 y Newton regresa a Woolsthope; allí se reencuentra con las matemáticas, la astrología, la geometría y Descartes.
- En 1666 el gran incendio de Londres: el fuego destruye el centro de la ciudad en la medianoche. Aunque se declara oportunamente el fuego en una panadería, el alcalde no ordenó una respuesta adecuada al riesgo de una ciudad hecha en madera.

La geometría analítica

- Hiparco había ideado las coordenadas Latitud y Longitud, y esto permitió aplicar el método al estudio de la luz, de la temperatura y del peso. Luego al movimiento, para relacionar espacio y tiempo.
- Descartes fusiona geometría y algebra creando a la geometría analítica. Lo novedoso es que esta herramienta de Descartes permite representar figuras geométricas mediante funciones o fórmulas del tipo $f(x,y) = 0$.

Logaritmos y curvas

- El Escocés John Neper (1550 - 1617) mostró gráficamente la curva que relacionaba números naturales y logaritmos. Entretanto las cónicas que se sabían construir gráficamente, hasta entonces no se manejaban analíticamente. El logaritmo en base “a” de un número “n”, es otro número “b”, tal que cumple esta ecuación: $a^b = n$.



$$(a + b)^n = \sum_{h=0}^{h=n} \binom{n}{h} a^{n-h} b^h$$

- Newton aplica el triángulo de Blaise Pascal (1623-1662) a su binomio, logrando calcular binomios con exponentes fraccionarios (series). El teorema del binomio legitima el sentido útil del infinito, al abrir el campo para el cálculo infinitesimal.
- Basta un año transcurrido desde que Newton entró a la geometría, para que asimile todas las matemáticas existentes en la época.

Cálculos basados en pendientes

- Las áreas de Arquímedes de Siracusa, Nicolás de Oresme, Johannes Kepler, Galileo Galilei y René Descartes, se miden sumando infinitesimales; las de Newton se calculan de modo exacto evaluando primero el cambio momentáneo del área.
- Con el calculo infinitesimal, Newton entra a la curvatura difícil de la lente, de los espejos, de la distorsión atmosférica, de las orbitas planetarias y del movimiento lunar para los navegantes.

Fluxiones y fuerza centrífuga

- Newton articula derivadas con cálculos de áreas y series infinitas (límites): éste es el cálculo infinitesimal al que llamó FLUXIONES: cambios en las funciones (que son las mismas curvas), que empieza a descubrir entre 1665 y 1666.
- Con el péndulo evalúa en 1/550 partes de la gravedad, la fuerza centrífuga ejercida por la rotación de la Tierra.
- Si **F_c** es la fuerza centrífuga y **g** la gravedad, entonces:

$$F_c = (1/550)g$$

Cátedra Lucaciana 1667

- En 1667 regresa a Cambridge, y es nombrado consejero del Trinity Collage; y en 1669 asume la Cátedra Lucaciana que estuvo a cargo del neoplatónico Isaac Barrow desde 1664, cuando éste la inauguró. Ese es el cargo más alto (sobre el rector), pasando el salario de Newton de 1,3 libras a 100 libras.
- En sus clases de la Cátedra Lucaciana, no tenía audiencia. Se trataba de una conferencia por semana, pero no iba la gente y los que llegaban no entendían.

La “Royal Society”

- En 1660 se había creado la Real Sociedad de Londres (*Royal Society*), para la promoción del Saber Experimental Físico-Matemático, en el Reino Unido.
- Esta es una de las más antiguas sociedades científicas de Europa.
- En 1661 acuerdan estatutos y en 1662 se firma la cédula real de asociación, quedando oficialmente constituida la Real Sociedad.

Teoría de la luz de Descartes

- En 1665 se publicó el libro sobre microscopía gráfica de Robert Hooke (1635-1703), uno de los científicos experimentales más importantes en la historia de la ciencia, explicando la teoría de la luz de Descartes.
- Advierte Newton que desde Aristóteles hasta Descartes, no han comprendido la luz. Refuta que el color sea el resultado de combinar la luz y la oscuridad; el nuevo texto suponía, por ejemplo que el rojo resulta de la luz pura más algo de oscuro: de blanco y negro.

El espectro de Newton

- Para descomponer la luz, Descartes utilizó un prisma mal pulido y una distancia de solamente 6 cm para observar el espectro; Robert Hooke utilizó una jarra con agua y una distancia de 60 cm para observar el espectro.
- Pero Newton fue más lejos: mejoró la calidad de cada prisma y extendió la distancia a 7 m, pudiendo descomponer la luz efectivamente. Encontró que los colores no son mezcla simples: son una mezcla de seis colores básicos.

El Reflector de Newton

- En el Siglo XVI los telescopios eran de lentes y las longitudes máximas llegaron hasta los 60 m. En 1671 Newton intenta con las lentes y ve que no se puede hacer nada corrigiendo sus curvaturas, por lo que intenta con la reflexión para eliminar la aberración de la luz.
- Desarrolla el telescopio de espejo, un instrumento con mayores ventajas que el telescopio refractor o de lente, por estar libre de la aberración cromática, requerir menor longitud, y permitir la suspensión del espejo por la superficie posterior.

La década más creativa

- La década de 1660 es la más creativa: matemática, óptica y algo de la teoría de gravitación universal.
- Pero en la década de 1670 Newton tendrá muchos nuevos distractores. Collins, un mecenas matemático le pide calcular fórmulas para matemáticas financieras,
- Teme volverse una figura pública y perder la calma para su trabajo; pero también teme correr la suerte de Copérnico que guardó por 30 años su secreto del heliocentrismo.

Entra a la “*Royal Society*”

- En 1671 Newton habló del telescopio y el Rey quedó impresionado mientras el secretario de la Real Sociedad propuso guardarlo como secreto estratégico. Si bien parece quería que palidciera el nuevo invento, esto llamó más la atención sobre su potencial ventaja.
- En 1672 Newton es elegido miembro de la Real Sociedad, y agradecido con la Institución le ofrece el secreto del telescopio y dice que no es otro que la nueva teoría de la luz.

Robert Hooke (1635-1703)

- Hooke, encargado de experimentos de la Real Sociedad alega que ambos: Telescopio y Teoría, ya los había ideado él. Newton se disgusta con el comentario y alega que la teoría en la obra de Hooke es insuficiente y no inteligible.
- En defensa de Hooke, el holandés Cristian Huygens (1629 –1695) dice que la teoría de Newton: ni muestra la naturaleza de la luz, ni la diferencia de los colores. También los Jesuitas afirman que los experimentos de Newton son erróneos y que no hace falta prueba alguna para saberlo.

A la Alquimia en 1680

- La amarga experiencia con la óptica lo alejó del pensamiento cartesiano, y entonces entra ahora al mundo de la filosofía hermética, y a la alquimia.
- Tras un intenso trabajo, en esta nueva etapa de su vida, para completar su sistema universal, desea conocer los cuerpos pequeños, las sustancias, esencias, almas y virtudes.
- Supera con sus escritos todo lo que se tiene conocido sobre la alquimia y sobre experimentos con nuevas sustancias.

Lo que no se explica

- De la alquimia toma la idea que la Tierra no es un mecanismo, sino un ser vivo: todas las cosas decaen y nacen de nuevo, dentro del ciclo de la vida de su propio ser.
- La alquimia lo lleva a estudiar asuntos como: ¿por qué el agua y el aceite no se mezclan? ¿por qué el agua y el mercurio penetran, madera y metal respectivamente y nunca lo contrario; ¿por qué la mosca camina sobre líquidos.
- Todo esto es parte de lo que “la mecánica no explica”.

A las fuentes de la Biblia

- Newton aprende hebreo para entrar a la Biblia y descubre los textos nuevos falsificados: según estos, Cristo fue profeta y no un dios, por lo que considera que adorarlo es practicar la idolatría.
- Sólo los buenos cristianos tenían derechos respetables en Inglaterra y para enseñar en la Universidad, el profesor debía ordenarse.
- El Rey Carlos II por sugerencia de Barrow, dispensa a Newton, y como cabeza de la Iglesia espera su discreción.

Experimentando

- Newton ocupa el espacio del péndulo con arena, luego con agua, etc., y observa que el péndulo siempre trabaja igual; la conclusión es que el éter no existe, no tiene sustancia.
- Los Mecanicistas quieren librarse de Fuerzas, pero los Alquimistas no: esas fuerzas son parte de la Naturaleza de las cosas, y merecen estudio.
- Para Newton ya existen pruebas de atracción y repulsión entre cuerpos, sin contacto físico directo o medio que lo explique.

Éter y “fuerza a distancia”

- Para Aristóteles el éter es el elemento material en el mundo supralunar, y en el sublunar lo son sus cuatro elementos.
- Descartes y Galileo pensaban que Magnetismo y Gravedad eran algo mágico: para los mecanicistas, la influencia de los cuerpos materiales supone el contacto directo de la materia requiriéndose como medio el Éter.
- La filosofía mecánica cartesiana no aceptaba el concepto de “fuerza a distancia” que propondrá Newton. El Plenum de Descartes, no aparece friccionando el péndulo con efecto medible.
- Sumerge los péndulos en agua, aceite y mercurio, deja caer las bolsas de aire o mercurio de $H=73$ metros => Cátedra de St. Paul y los resultados son demoledores para Descartes.

Edmond Halley (1656-1742)

- Hooke como nuevo Secretario de la Real Sociedad le escribe a Newton encargándole un problema para obtener la información sobre el movimiento de un planeta: dados la Velocidad tangencial, el cuadrado de su distancia R^2 y la fuerza F .
- Halley, Hooke y el arquitecto real Wren, sospechan que la fuerza que rige los movimientos celestes es una relación inversa del cuadrado de R ; ¿como obtenerla? Halley visita a Newton.

La trayectoria es una elipse

- Newton responde que la trayectoria es una elipse. Agrega que ya lo ha planteado y que tiene ese desarrollo; pero lo busca y no lo encuentra en el momento.
- Entonces, en el otoño de 1684 le envía a Halley ese desarrollo en un tratado de 9 páginas, con la solución del problema: este es el anticipo de su obra cumbre, los “Principia”.
- Su obra titulada “Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”, la escribirá diciendo que «Si he visto más lejos ha sido porque me he aupado a hombros de gigantes.» (Carta a Robert Hooke, 5 de febrero de 1676).

Los Principia 1684

- Su obra Principios Matemáticos de la Filosofía Natural - Philosophiae Naturalis Principia Mathematica – estructura sus descubrimientos en mecánica y cálculo matemático.
- A pesar del fracaso con el libro de “La historia de los peces”, Halley impulsa la publicación de los “Principia” en la Real Sociedad.
- Enterado Hooke, como Secretario de la Real Sociedad, acusa a Newton de plagio.
- En respuesta, Newton cambia la versión popular de la 3ª parte del libro por otra abundante y densa en matemáticas, todo para demostrar que Robert Hooke no pudo idear ese contenido.

Toma las mejores partes

- De Copérnico: sí al heliocéntrico y no a los epiciclos y no a las orbitas circulares.
- De Kepler: sí a las tres leyes y a las mareas, y no al barrido del Sol a su alrededor.
- De Galileo: sí a la caída libre y al movimiento parabólico, y no a la inercia circular ni a mareas asociadas a la rotación de la Tierra.
- De Descartes: sí a inercia rectilínea, y no al Vórtice, al Plenum llenándolo todo que niega la idea de vacío y a la idea de la materia celestial y de escoria; no a la teoría de las mareas causadas por la presión del Vórtice solar.

Los libros y capítulos

- “Principia” es un texto escrito en tres tomos: en el primer libro estudiará el movimiento de los cuerpos en el vacío; en el segundo analizará los efectos producidos por medios resistentes, y en el tercero que es de mecánica celeste, presentará un nuevo Sistema del Mundo.
- En la obra se ponen cimientos al definir:
Masa, Fuerza, y Movimiento
- Además, se definen estos conceptos como lo hizo Euclides, definiendo punto, línea y superficie; y también se presentan axiomas, teoremas y corolarios.

Las tres leyes de Newton

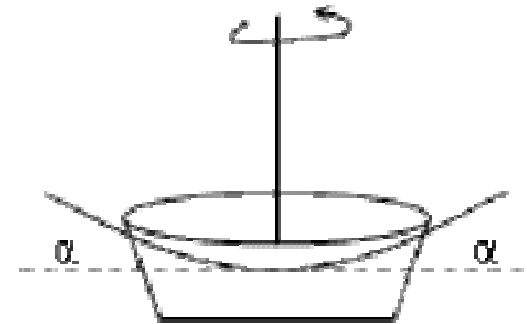
- **1- Ley de la inercia:** “Todo cuerpo preservará su estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo, a no ser que actúe sobre él otra fuerza que cambie su estado inicial”.
- **2- Ley de la interacción y la fuerza:** “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y ocurre en la misma dirección de la línea de acción de la fuerza que se aplique”. Esta segunda ley puede resumirse en la fórmula:

$$F = m a$$

- **3- Ley de acción y reacción:** “A toda acción siempre corresponde una fuerza de reacción igual y contraria”.

Escolios para explicar

- Son las notas o breves comentarios explicativos, que sirven para evitar demostraciones obvias, como este:
- Se podrá diferenciar el movimiento absoluto del relativo: aunque el balde tenga el agua en reposo, si gira, entonces la superficie del agua se curvará un ángulo α denominado, ángulo de peralte, función de la velocidad angular. Este señala que es el fluido del balde y no la mesa lo que se mueve.



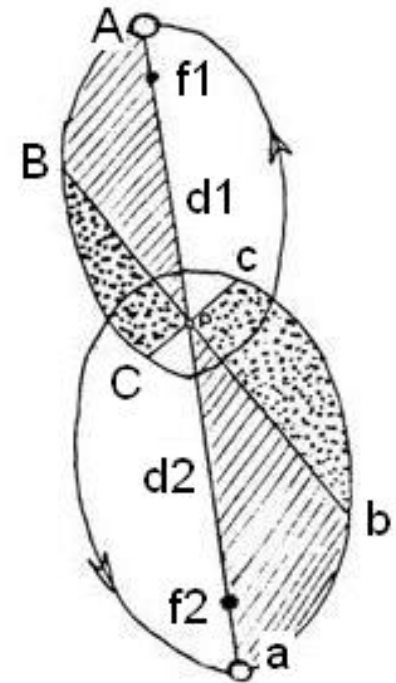
Elude el infinito

- Newton elude el infinito hablando de cantidades “divisibles” y “evanescentes”. No habla de límite de sumas y razones; aunque no lo evade si se habla de cantidades indivisibles. No habla de la razón última, sino del límite hacia el cual converge.
- Es decir el infinito es considerado cuando la cuantía se desvanece, y nunca antes de desvanecerse.
- Newton concibe el espacio infinito y absoluto. Y si el Universo está contenido en ese espacio matemático, tridimensional, homogéneo e infinito, de igual forma concibe el tiempo como eterno y absoluto.

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{u} \quad F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2$$

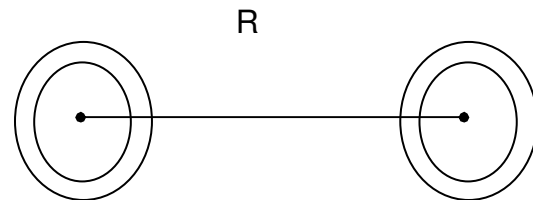
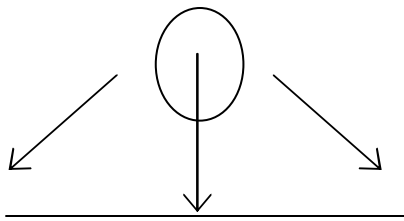
- Newton demuestra la forma general de la segunda ley de Kepler (o de las áreas) en su proposición número 1.
- Analiza el comportamiento de un cuerpo cuya trayectoria es elíptica; es decir, la primera ley de Kepler, y en la proposición número 11 descubre que la fuerza centrípeta para una trayectoria elíptica es

$$F = mv^2/r = mr\omega^2$$



Atracción gravitacional

- Si la manzana es atraída por la tierra lo es en varias direcciones pero la Luna lo es en una sola dirección, por estar lejana.
- Dos esferas huecas: la atracción es una fuerza que depende de la separación “de sus centros de masa”.



Comprobando a Kepler

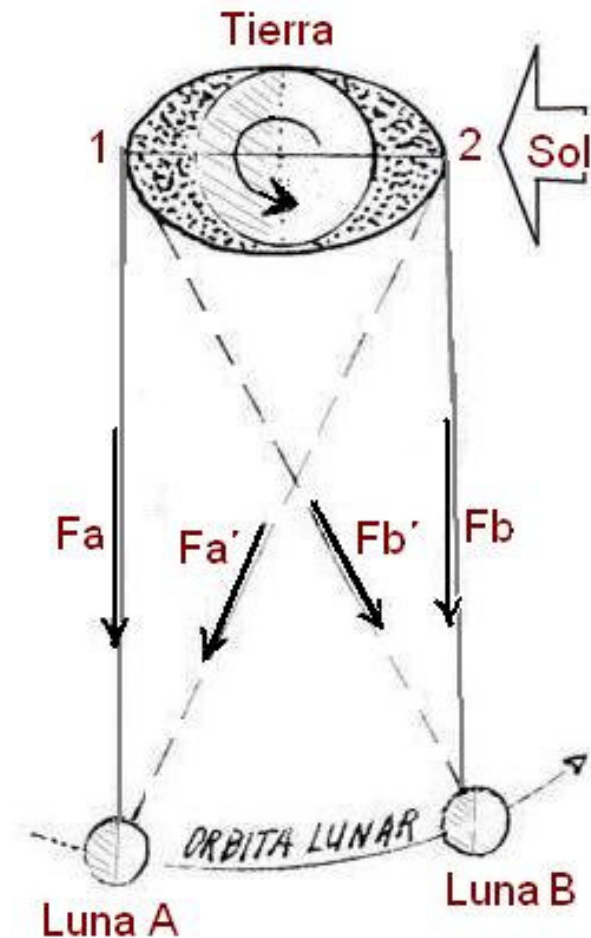
- Descubre y mide los periodos de las 4 Lunas Galileanas de Júpiter, encontrando que satisfacen la Tercera Ley de Kepler.

$$\frac{a^3}{p^2 (M+m)} = \frac{G}{4\pi^2}$$

- La anterior es la formula general de dicha ley, en la cual “a” es el semieje mayor de la órbita, “p” el período del planeta, “M” y “m” las masas del Sol y el Planeta y “G” la Constante de Gravitación Universal.

Las mareas y la gravedad

- Las mareas de los océanos para Newton, no se deben a la rotación terrestre (Galileo) ni a los Vórtices (Descartes).
- Se deben a la acción combinada de la Luna (Kepler) y del Sol.

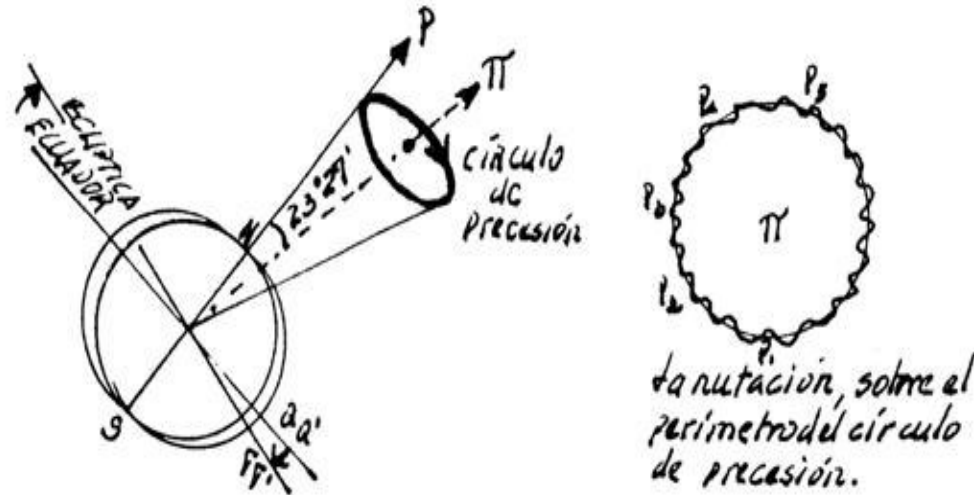


Edmund Halley (1656–1742)

- Halley (1656–1742), en la Isla Santa Helena observa los cielos del sur y advierte que su reloj se hace lento.
- Newton lo explica argumentando que el radio ecuatorial es mayor en 27 km ya que por su rotación, la Tierra se achata en los polos y se extiende en el Ecuador.
- La teoría de la gravitación de Newton le lleva a calcular por primera vez la órbita del cometa de 1682, advirtiéndole que era el mismo cometa visto en 1531 y 1607, y anunciando que volvería a pasar en 1758. Este cometa lleva su nombre.

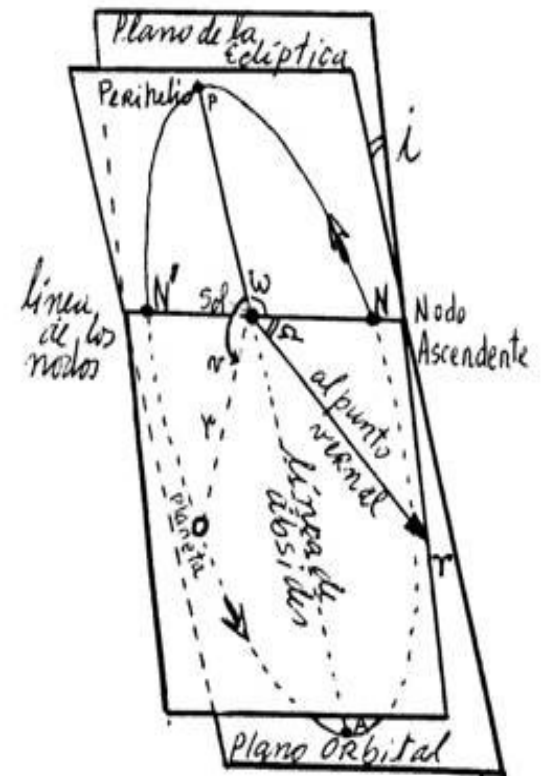
La precesión de los equinoccios

- Newton explica la precesión de los equinoccios encontrada por Hiparco (161 – 126 a.C): dice Newton, ese movimiento de peonza es consecuencia de la forma achatada de la Tierra (a causa de su rotación) y de la inclinación de $23,5^\circ$ del eje terrestre .
- El Período de la Precesión es 25800 años.



Tres puntos son suficientes

- Idea el cálculo de la trayectoria de los cometas con sólo 3 puntos.
- Lo hizo con el cometa 1680-81 dibujado a compás y regla, usando 1 UA igual a 41,48 cm (error 0.0043 cm).
- Descubre que la trayectoria cometaria es una parábola, y que el radiovector barre áreas proporcionales al tiempo (segunda ley de Kepler).



La ley es universal

- Todos los cuerpos están provistos de un principio de gravitación mutua, a causa de su masa.
- En el caso de dos planetas, la fuerza de atracción que es proporcional al producto de sus masas, se atenúa con el cuadrado de la distancia que los separa:

$$F \propto \frac{mm}{d^2}$$

- La ley de gravitación que formula a sus 45 años, dice que la fuerza que hace que caigan los cuerpos en la Tierra, es la que mantiene a la Luna y a los planetas en orbita alrededor del Sol, y dirige a los cometas.

La constante “G”

- Todos los cuerpos en el Universo se atraen los unos a los otros con una fuerza directamente proporcional al producto de las masas de los cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos.

$$F = G M_1 M_2 / R^2$$

- El factor de proporcionalidad en la ley es G
- $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
- Según algunas hipótesis cosmológicas, “G” es variable con el tiempo.

Portavoz de la resistencia

- Newton enfrenta la decisión del nuevo Rey católico James II (1685) quien nombra al monje benedictino Francis miembro de Cambridge, con el fin de “Carlisarla”.
- Se hace portavoz de la resistencia y desafía al Rey públicamente arriesgando su vida y su carrera.
- Y 3 años después, en 1688, los dos partidos tradicionales, Whigs y Tories, hacen alianza para frenar al Rey James II y propiciar una revolución que lleva al trono al holandés Guillermo de Orange III, en 1689.

En el Parlamento

- Recompensado por su actitud anticatólica, lo recompensan con un escaño en el Parlamento.
- Allí habló solo una vez. Newton pasaba en Londres la mayoría de su tiempo y almorzaba con el Rey. En 1705, a los 62 años le otorgan el título de “Sir”.
- Su amigo era el prestigioso filósofo John Locke (1632-1704), con quien intercambia ideas sobre ciencia, economía, política y asuntos de fe: el rechazo a la trinidad (Arrianismo) y las falsificaciones a la Biblia eran sus temas.

En la Casa de la Moneda

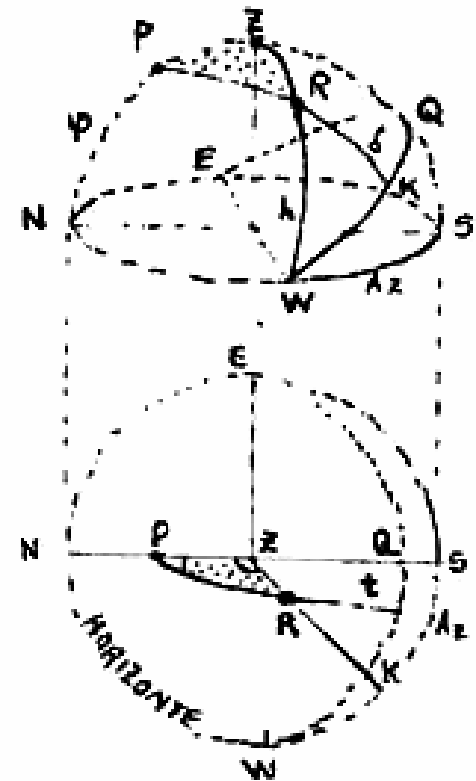
- Caen las rentas del Tesoro inglés, entra en auge la moneda falsa y la florida revolución va a pique: entonces se restaura la monarquía de los Estuardo, y Newton entra como empleado de la Casa de la Moneda.
- Newton se emplea a fondo en la recuperación del Tesoro: enfrenta a los falsificadores y en 3 años acuña el doble de lo acuñado 30 años atrás.
- Enfrenta y encierra a Chaloner, el reconocido corrupto y falsificador de la corona, y envía a 28 delincuentes a la horca por delitos contra el Tesoro.

Preside la “*Royal Society*”

- Muere Robert Hooke, y entonces se nombra a Newton Presidente de la Real Sociedad. Lo será por 20 años con sólo 3 faltas.
- Newton publica el tratado de óptica en 1704: la obra además de ser de enorme accesibilidad, trae interrogantes en química, neumática, fisiología, metabolismo y digestión; trata la sensación de los animales, la visión, la creación, el diluvio, el método experimental, la inducción, la razón de causalidad, y la relación entre filosofía y moral; es decir todo.

La Luna para la longitud

- Regiomontano (1436 – 1474) ideó el uso de la Luna para cálculos de navegación; la dificultad radicaba en la precisión de las alturas irregulares y en la medida del tiempo.
- Newton diseña un nuevo sextante para medir a la Luna, a una estrella fija y al horizonte.



El Observatorio de Greenwich

- En 1706 con el nuevo Observatorio Astronómico de Greenwich, encomendado a Jhon Flamsteed, este debe hacer observaciones para Newton, quien ha perfeccionado su teoría Lunar.
- Pero el Astrónomo Real no entrega los datos, alegando que le pertenecen a él, y no a la corona.
- Newton le había pagado a Flamsted 180 libras para calcular las posiciones de la Luna, pero él las gastó en cálculos de estrellas fijas.

El Cronómetro (1731)

- Un error de 10 km en la ubicación de una nave, resulta fatal: la desaparición de 2000 marinos en Sicilia, en 1707, es a causa de un error de navegación de la flota británica al mando del almirante Cloudesley Shovel.
- Gracias a un premio de 20 mil libras ofrecido en 1714 para complementar el “Nuevo método para obtener la Longitud“, 16 años después, el relojero John Harrison inventa el cronómetro. Newton fue el presidente del comité, que debió leer mucha basura.

Gottfried Leibniz (1646-1716)

- En 1684 inicia la lucha con Leibniz filósofo alemán de mente suprema.
- Newton se escribía desde 1676 con Leibniz, y éste publica su descubrimiento del cálculo diferencial sin darle crédito. El conflicto dura 20 años.
- Leibniz intentó desconocer que incluso el editor le había enseñado sus Fluxiones.
- No obstante, la notación con símbolos como dx , dy , y $f(x)$ de Leibniz, es superior.

Cronología astronómica

- Se publica en Paris una colección pirata de su obra teológica, “Cronología de los reinos antiguos”, la que propone el Arrianismo (negación de la santísima trinidad), y en respuesta Newton es obligado reescribir su obra.
- En el documento, hay una innovación: “la datación astronómica”, pues compara las descripciones del cielo antiguo con el actual, y descubre un error de 500 años, por la precesión de lo equinoccios, logrando ubicar el viaje de los argonautas en el año 937 a.C.

Newton vrs. Leibniz

- Newton lidera el movimiento Filosófico “Empirismo Ingles”, cuyo método de probar la validez o falsedad de una cierta proposición, difiere del método aplicado por Leibniz.
- Newton saca conclusiones modestas desde los análisis amplios y los hechos concretos, por lo que puede corregir defectos sin derrumbar sus teorías.
- Leibniz construye bastos edificios de deducciones sobre principios lógicos precisos, pero tales estructuras son inestables y colapsan a la menor falla.

Muere Newton en 1727

- En 1725 por razones de salud se muda Newton a Kensington. Es amable pero está débil.
- El domingo 16 de marzo pierde su sensibilidad; y al amanecer del lunes 20 de marzo, a la 1 A.M., Sir Isaac Newton a la edad de 84 años, muere después de haber rechazado los sacramentos y de haber expresado las convicciones de sus últimos 50 años. Newton fue enterrado en la abadía de Westminster.
- A partir de la Ilustración o “Siglo de las luces”, una corriente intelectual del Siglo XVIII, se comienza a considerar a Newton como el genio más grande de la ciencia.

Voltaire (1694-1778)

- Mientras en Londres, el mundo se veía por la lupa Newtoniana, en París lo veían por la cartesiana.
- Voltaire, que lee “La cronología de los reinos antiguos”, obra enmendada, comentará: “se trata de una especie de soberanía universal difícil de aceptar para el orgullo humano”. Se pregunta si no es demasiado para el mundo de la ciencia que un solo hombre hubiera perfeccionado física, matemática, e historia.

Voltaire en Inglaterra

- Voltaire exiliado en Inglaterra a la muerte de Newton, advierte un ambiente cultural intenso de libertades, tolerancia y progreso, opuesto al de la tiranía francesa.
- Después de su viaje a Londres, difunde en Francia las ideas políticas y científicas progresistas de ilustres pensadores ingleses como Newton y Locke.
- Esta visión de la intelectualidad londinense la escribe en su libro "Cartas filosóficas", en el que expresa su defensa hacia la libertad religiosa e ideológica, y acusa al cristianismo de promover el fanatismo y el dogmatismo, por lo que hace de su obra uno de los libros más influyente del Siglo XVIII.

John Locke (1632-1704)

- Los logros científicos de Newton allanaron el camino para la filosofía democrática del prestigioso John Locke, pensador inglés considerado el padre del Liberalismo Moderno, quien contribuye con sus ideas a la independencia de los EE UU de América en 1776.
- Locke defiende la soberanía emanada del pueblo, y la propiedad privada como un derecho básico que antecede a la constitución de los estados.
- Según John Locke, el gobierno no es libre de actuar a su antojo, pues la ley natural, según lo revela Newton, se aplica a todos.

Los derechos humanos

- Los derechos humanos inalienables, concebidos en el liberalismo del filósofo John Locke, quedarán en la declaración de la independencia de USA, en 1776.
- En 1789 se da la declaración de los derechos humanos y ciudadanos en Francia y el Papa la declara impía, mientras la monarquía europea tiembla.

Revolución tecnológica

- Según Galbraith, comprarse un saco en el Siglo XVIII era como comprar un auto en el Siglo XX.
- A pesar de los beneficios de aplicar la ciencia a través de la industrialización, después la revolución tecnológica se ha olvidado del respeto por la naturaleza que tuvo Newton.

Laplace y Lagrange

- Simón Laplace (1794-1827) un siglo después de muerto Newton, en su mecánica demuestra que el sistema Solar es estable.
- El matemático Joseph Louis Lagrange (1736-1813), crea el concepto espacio-tiempo, a sus 28 años halla la solución al problema de los tres cuerpos al probar que la Luna se rige por la ley de la gravedad propuesta por Newton

Albert Einstein (1879-1955)

- Trata de explicar la caída libre y dice que si las velocidades de los 2 cuerpos son iguales, es porque la gravedad depende de la estructura del Espacio Tiempo. Además predice que un rayo de luz deberá desviarse a causa de la gravedad.

Leverrier y Eddington

- En 1855 el astrónomo francés Leverrier (1811-1877) descubrió una anomalía en la órbita de Mercurio que la teoría Newtoniana de la gravitación no explicaba.
- Lo que se constata con las anomalías observadas del planeta Mercurio, lo confirma Eddington (1882-1944) al comprobarlo durante un eclipse.

FUENTE BIBLIOGRÁFICA PRINCIPAL

- Newton para Principiantes. Willam Rankim. Documentales Ilustrados” Era Naciente. Argentina. 1995.

OTRAS FUENTES BIBLIOGRÁFICAS 1

- A horcajadas en el tiempo. Patricio T Diaz Pazos. Astrocosmo, en: www.astrocosmo.cl
- Astronomía Educativa: Historia de la Astronomía, en: <http://www.astromia.com/historia/>
- Astronomía en la edad media y el renacimiento. Claudia Torres Arango. Curso de Contexto en Astronomía. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 2008.
- Astrología y astronomía en el Renacimiento: la revolución copernicana. Juan Vernet. El Acanalado, 2000. SBN 9788495359117.
- Cultura y Astronomía. Gonzalo Duque-Escobar. Curso de Contexto en Astronomía. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 2007. En: http://www.manizales.unal.edu.co/oam_manizales/documento-ca.pdf
- Atlas de astronomía. Joachim Herrmann. Alianza Editorial S.A. Madrid. 1983.
- Biografía de la Física. George Gamow. Biblioteca Científica Salvat. Barcelona. 1986.
- Bitácora de Filosofía clásica. La escuela de Atenas en: <http://laescueladeateanas.wordpress.com>
- Brevísima historia del tiempo. Stephen Hawking y Leonard Modinow. Crítica D.L. Barcelona, 2005.
- Canal Social: Humanidades y Ciencia. Gran Enciclopedia Rialp: en: www.canalsocial.net/GER/
- Del mundo cerrado al universo infinito. Alexandre Koyré. Siglo veintiuno editores. Novena edición. Méjico. 1996.
- El universo para curiosos. Nancy Hathaway. Editorial crítica. I.S.B.N: 84-7423-770-X. 1196.
- Guía astronómica. Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 2002. En: www.galeon.com/guiaastronomica/
- Giordano Bruno. Sobre el infinito universo de los mundos. Ediciones Orbis S.A. Barcelona. 1984.
- Historia de la Ciencia 1543 a 2001. John Gribbin. Editorial Crítica. ISBN: 84-8432-607-1. Barcelona. 2005.
- Historia de la Ciencia y la Tecnología: de la Prehistoria al Renacimiento. Giovanni di Pascuali. Editex. Madrid, 1999.
- Historia del método científico moderno. Alejandro Vela Quico. Perú, 2007. En: <http://www.monografias.com>

OTRAS FUENTES BIBLIOGRÁFICAS 2

- Introducción a la ciencia. Isaac Asimov. Plaza & Janes, S.A. Editores España. 1982.
- Introducción a Newton. Mauricio Maman. Alianza Editorial. Madrid, 1995.
- La construcción de los cielos. Telmo Fernández Castro. Espasa Minor. ISBN: 84-239-6488-4. Madrid 2000.
- La estructura de las revoluciones científicas. T.S. Kuhn. Breviarios. Fondo de Cultura Económica Ltda. Colombia. 1992.
- La evolución de la Física. Albert Einstein-Leopold Infeld. Biblioteca científica Salvat. Barcelona. 1986.
- LAS REVOLUCIONES Y EL RENACIMIENTO. Victor Maccise. 2006. En: <http://www.monografias.com/>
- Los Albores de la Ciencia. Thomas Goldstein. Fondo Educativo Interamericano. ISBN 968-858-001-5. México. 1984
- MIGUEL HERNÁNDEZ GONZÁLEZ. Los Principia de Newton. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia FCOHC. En: <http://www.gobiernodecanarias.org/>
- Newton. Galé E. Christianson. Vol I y II. Biblioteca Salvat de grandes biografías. Barcelona.1987.
- NEWTON, EL MATEMÁTICO José Montesinos. Seminario Matemáticas I.B. Villalba Hervás. En: <http://www.gobiernodecanarias.org/>
- NEWTON. LA FÍSICA Antonio Fernández Rañada. Facultad de Física. Universidad Complutense. Madrid. En: <http://www.gobiernodecanarias.org/>
- Opusculos Sobre El Movimiento De La Tierra. Nicolás Copérnico. Alianza Editorial. Madrid, 1983.
- Principios Matemáticos de Filosofía Natural. Isaac Newton. Alianza Editorial. Madrid, 1987.
- Renacimiento: Filosofía y modernidad. Los orígenes de la modernidad: Por G.Papini en: <http://mgar.net/var/renacimi.htm>
- SIETE GENIOS PARA UNA ÉPOCA. Física S. XVIII. En: <http://www.netcom.es/icbarca/fisica.htm>
- Sobre Hombros de Gigantes. Fabián Hoyos Patiño. Hombre Nuevo Editores E. U. Colombia. 2001.



Muchas gracias

Gonzalo Duque Escobar. Ingeniero Civil con estudios de Postgrado en Geofísica, Economía y Mecánica de Suelos. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, desde 1976; Expresidente de la Red Colombiana de Astronomía y actual Director del Observatorio Astronómico de Manizales OAM y del Museo Interactivo “Samoga”, en la Universidad Nacional de Colombia.