



# COSMOLOGÍA HOY

## Las Fuerzas que configuran el Universo

### Clase 5



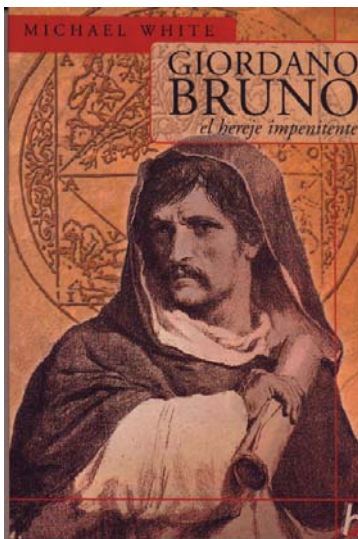
Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile

## COSMOLOGÍA HOY :: Las Fuerzas que configuran el Universo :: Clase 5



### Giordano Bruno (Nola, Nápoles, 1548-Roma, 1600)

#### Filósofo, científico, erudito y místico.



Bruno fue conocido desde muy joven como "el Nolano" porque había nacido en Nola, un pueblo del sur de Italia, cerca de Nápoles. Empezó su vida adulta como simple sacerdote, pero dejó su orden y fue excomulgado por considerársele sospechoso de herejía. Pasó el resto de su existencia recorriendo Europa, enseñando y escribiendo. Nunca permaneció más de dos años en el mismo lugar, pero aun así escribió docenas de libros y opúsculos y gozó del favor de algunas de las figuras más poderosas de su época, Enrique III e Isabel I de Inglaterra entre ellas. Durante un breve período actuó como espía dentro de la corte inglesa y conoció personalmente a muchos de los más célebres (y a menudo notorios) alquimistas, cabalistas y místicos de su tiempo. Era un hombre de trato difícil, apasionado y siempre dispuesto a discutir; ciertamente valeroso, pero también abrasivo. Después de casi un cuarto de siglo de vida errante, decidió regresar a Italia. En cuestión de meses fue arrestado por la Inquisición y juzgado como hereje. Finalmente, después de padecer casi ocho años de encarcelamiento y repetidas torturas a manos de los cardenales, fue quemado vivo en Roma.

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



La muerte de Bruno sería condenada por los librepensadores de toda Europa, y añadió a otra marca ignominiosa a los tenebrosos nombres de la Inquisición y el Santo Oficio. Como era de esperar, el Vaticano hizo todo lo posible para ocultar los detalles de la persecución y del juicio contra Bruno. Por esta razón, hasta tiempos relativamente recientes no se ha sabido demasiado acerca de los últimos ocho años de su vida y del mecanismo de sus procesos. Bruno fue juzgado primero en Venecia y luego en Roma. Las actas de juicio veneciano y un fragmento del procedimiento romano fueron descubiertos en los Archivos del Vaticano entre 1844 y 1848, casi doscientos cincuenta años después de su ejecución. Dichos documentos fueron publicados por primera vez en 1849 como apéndice de un libro sobre el sistema heliocéntrico copernicano escrito por el estudioso Domenico Berti. Posteriormente Berti escribiría la primera biografía de Bruno, *Vita di Giordano Bruno da Nola* (1868).

Los documentos descubiertos proporcionaban una detallada imagen del proceso celebrado en Venecia durante mayo y junio de 1592, pero apenas ofrecían detalles acerca de lo ocurrido durante los siete años que Bruno pasó en las prisiones vaticanas de la Inquisición y del procedimiento seguido contra él durante ese largo período de tiempo. Hoy en día se cree que la mayor parte del material perteneciente a esos años se perdió cuando las tropas de Napoleón saquearon el Vaticano en 1798, después de lo cual regresaron a Francia cargadas de documentos tomados indiscriminadamente de las Bibliotecas Papales.

Pero no todo se perdió. En 1925, el cardenal Angelo Mercati fue nombrado perfecto de los Archivos Secretos del Vaticano y supo de la existencia de ciertos documentos concernientes al juicio romano de Bruno, descubiertos unos cuarenta años antes, en 1887. Para su asombro, Mercati comprobó que le Papa de aquel entonces, León X, había ordenado que los documentos le fueran enviados inmediatamente sin que se revelara su contenido a ninguna otra persona: *Che non vole assolutamente che detto Processo sia dato al alcuno*, había dispuesto textualmente León.

Intrigado, Mercati continuó investigando y en 1940 por fin logró encontrar los documentos perdidos en los archivos personales del papa Pío XI, fallecido el año anterior. Dichos documentos describen el último proceso y la sentencia final dictada *contra* Bruno, por lo que eran de extremado interés para los estudiosos de su vida y obra; pero lamentablemente, sólo detallaban las comparecencias de Bruno ante la Inquisición en Roma entre 1597 y su ejecución en febrero de 1600 y revelaban muy poco acerca de los seis primeros años de su encarcelamiento. En 1940, el cardenal Mercati publicó aquel material con el título *Sommario del processo di Giordano Bruno*, y su texto continúa siendo el informe más detallado sobre los procedimientos seguidos contra Bruno y el intercambio de argumentos desarrollado entre el Nolano y los cardenales que terminaría llevando veredicto.

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



A esta alturas se había impreso unos cuarenta mil títulos. Un siglo antes del nacimiento de Bruno existían menos de treinta mil libros, todos escritos a mano; pero cuando el Nolano empezó a enseñar y a recorrer Europa a finales del siglo XVI ya existía un canon formado por unos cincuenta millones de libros impresos.

Aquello fue magnífico para el progreso intelectual, pero en casi todos los aspectos cotidianos, el mundo de 1600 se diferenciaba muy poco del de 1450. La esperanza de vida era de veinticuatro años para la mujer y de veintisiete para el hombre. La inmensa mayoría de los seres humanos pasaban casi toda su existencia acosados por el hambre y las enfermedades, y los ricos padecían los mismos horrores que los pobres: la plaga, la peste y la guerra eran absolutamente democráticas. Con excepción de unos pocos afortunados, todos eran analfabetos y pasaban la mayor parte del tiempo sumidos en la embriaguez. Casi nadie llegaba a alejarse más de diez kilómetros de su hogar a lo largo de su existencia, los forasteros suscitaban suspicacia y recelo, y nadie tenía idea de en qué año vivía ni sabía nada del mundo existente más allá de su pueblo o aldea. Su religión, aunque exteriormente católica, se componía de nueve partes de superstición y magia terrenal por una de Mateo, Marcos, Lucas y Juan; y la variedad de cristianismo que se les inculcaba por la fuerza apenas era comprendida, envuelta como estaba en terminología cuasi-mística. Y aún más importante, la población recibía su adoctrinamiento religioso en una lengua para la mayoría de las personas totalmente ininteligible, el latín. Debido a ello, para el campesino del siglo XIV, la educación religiosa derivaba únicamente de la Biblia, y las obras sagradas ortodoxas prácticamente no tenían sentido para él.

Para semejantes personas, la vida cotidiana era una agonía y la sociedad en la cual vivían se hallaba prácticamente estancada. Los médicos practicaban sangrías mediante el cuchillo o las sanguijuelas, y los millares de alquimistas alimentaban sueños avariciosos de transmutar los metales viles en oro. El mundo material estaba amenazado por bacterias que se propagaban a través de las ratas y aniquilaban periódicamente a una gran parte de la población europea, así como por las guerras que causaban estragos entre la población campesina. Mientras tanto, el poder de la fantasía y el miedo generaban pesadillas en las que demonios surgidos del mundo subterráneo acechaban y daban muerte a los incautos. Las cosas sólo empezaron a cambiar con el advenimiento de la Revolución Industrial alrededor de 1780, casi dos siglos después del asesinato de Bruno.

Y la responsabilidad de este lento progreso hay que atribuirla en su mayor parte a una gran institución que llevaba mil trescientos años prosperando en el centro de la civilización occidental: la Iglesia católica. Puesto que, si el esfuerzo intelectual humanista y secular del Renacimiento representa al pensamiento humano en su fase ascendente, el inicio catolicismo era su malvado gemelo oscuro e iba en dirección exactamente opuesta.

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



Para aquel problema sólo podía haber una solución: los gobernantes tendrían que llenar los huecos. En otras palabras, tendrían que inventarse la doctrina. Y así fue cómo en el año 352, el emperador Constantino se encontró atrapado en un laberinto de conflictos teológicos y cuestiones doctrinales que no se sabía cómo afectarían a Occidente. La misma estructura sobre la que se sustentaba su poder se hallaba seriamente amenazada porque ciertos súbditos poderosos, los obispos de la Iglesia, no conseguían ponerse de acuerdo y eran muy capaces de destruir un frágil mundo político que por entonces se estaba enfrentando al declive de Roma.

En un esfuerzo por no perder el control de la estructura política y religiosa de su época, Constantino convocó una gran reunión de padres de la Iglesia y políticos regionales con el propósito de acordar una nueva perspectiva para el cristianismo y establecer una doctrina rígidamente definida que enterrara para siempre las preguntas más espinosas y diese respuesta a aquella que no lo era tanto. De esta manera, un nuevo consenso pondría coto a la inestabilidad que se estaba extendiendo rápidamente y atraería a los extraviados hacia una forma de culto común.

La reunión se celebró en Nicea, en lo que actualmente es Turquía, y fue conocida como el Primer Concilio de Nicea. Fue allí, en 352, donde muchos de los que hoy en día son considerados dogmas fundamentales de la Iglesia fueron diseñados y plasmados para los hombres por otros hombres actuando en representación de un Dios que no participó en el concilio. Y las cuestiones que fueron debatidas, diseccionadas y resueltas en Nicea no eran matices superficiales o mero detalles de procedimiento, sino que tenían que ver con el mismísimo corazón de la fe y la religión cristianas. El orden del día también incluyó la necesidad de establecer una serie de reglas para el comportamiento del clero y la elucidación de un método para calcular la fecha en que caería la Pascua cada año. Pero, de los muchos puntos doctrinales que serían resueltos a lo largo de interminables sesiones, el más importante fue uno que influiría enormemente en el curso del cristianismo y, por tanto, sobre las vidas e ideas de muchos grandes pensadores desde el siglo IV hasta la actualidad. Los miembros del concilio decidieron nada menos que la verdadera naturaleza de Dios, el Creador del Universo.

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## Galileo

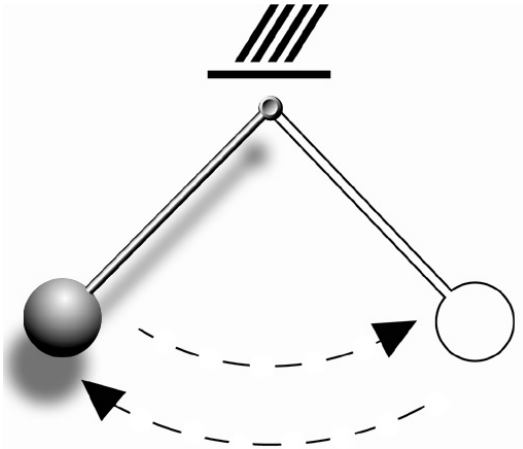


Nunca se graduó  
Comenzó en medicina pero terminó en ciencias  
Armó su telescopio al enterarse que en Holanda había sido descubierto.  
Las lunas de Júpiter  
Los volcanes de la Luna  
Las estrellas fijas siguen siendo puntos: son lejanas, no es necesario que sean gigantes  
La Vía Láctea está poblada de estrellas..  
Cada uno de estos descubrimientos significó un problema para Galileo.  
El número 7 era mágico, luego no podían existir más cuerpos en el sistema solar.  
La Luna debería ser redonda (Incluso Copérnico lo afirmaba, sobre todos los cuerpos celestes.)

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## El péndulo como paradigma en el pensamiento de Galileo



Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## En vacío ambas caen con la misma rapidez



Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile





## Telescopio de Galileo y los satélites de Júpiter



En su defensa del sistema heliocéntrico Galileo argumenta:

Es difícil imaginar el esfuerzo de mover todo el conjunto de estrellas que contiene el firmamento con una vuelta completa en un día!! y compararlo con mover sólo la tierra.

Por qué los planetas deben girar en contra del conjunto de las estrellas, afirmaba, es poco razonable y sin estética ni armonía.

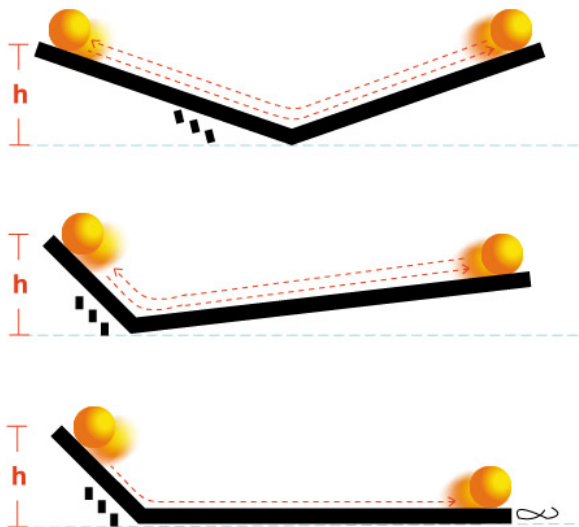
Las lunas de Júpiter muestran que los los satélites más alejados tienen períodos más largos...no ocurre lo mismo en el sistema geocéntrico.

OJO que las estrellas están fijas es, al parecer una idea que prendió en la comunidad. Basta recordar que Einstein no aceptó una cosmología con galaxias alejándose de nosotros....

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## El principio de Inercia



Este experimento es crucial.

El plano inclinado aparece en sus diálogos entre Simplicio y Salviati.

La caída de un objeto desde el mástil de un velero proviene del argumento de Aristóteles quien afirmaba que si la tierra se mueve la piedra quedaría atrás del velero. La composición de estos dos movimientos horizontal y vertical es imposible. El movimiento del velero no es natural. En cambio una piedra arrojada desde una torre si cae al pie porque es un movimiento natural.

La pregunta de Galileo es : alguien hizo el experimento

Esto marca el comienzo de la nueva época.

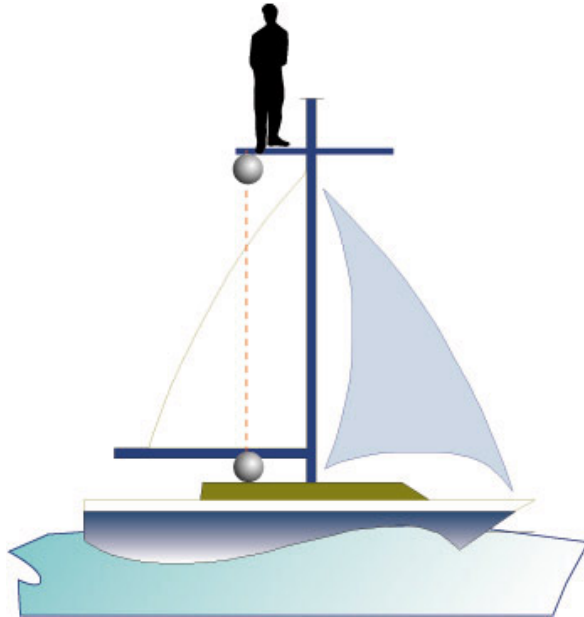
El argumento de Galileo es el siguiente: suponga una superficie de vidrio plana y una esfera de acero. Si está inclinada, la bola cae espontáneamente. Si ahora se cambia la pendiente, la ' bola sólo sube si se le da un impulso y se detiene...

Si el plano es horizontal, entonces no hay nada que la empuje ni nada que la detenga, de modo que sigue eternamente con la misma velocidad...

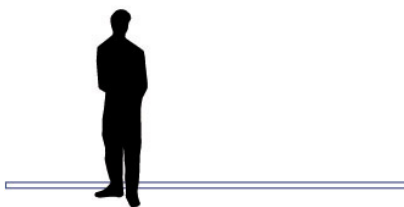
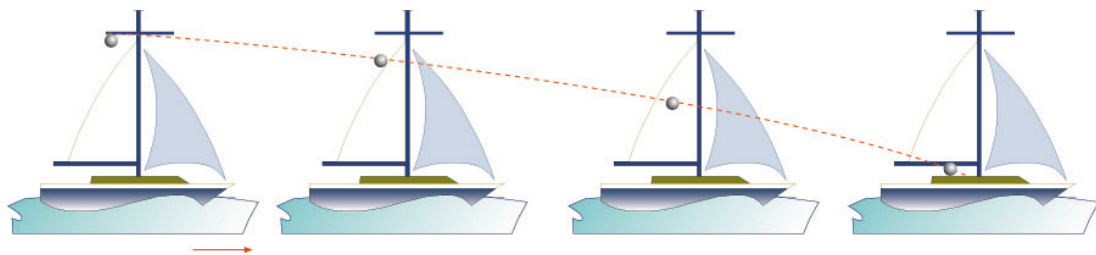
Galileo encontró una falla en el argumento entre el movimiento natural (caída) y el artificial hacia arriba: el movimiento horizontal no debe experimentar ninguna...

A partir de esto galileo reafirmó su predicción acerca de la bola cayendo del mástil

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



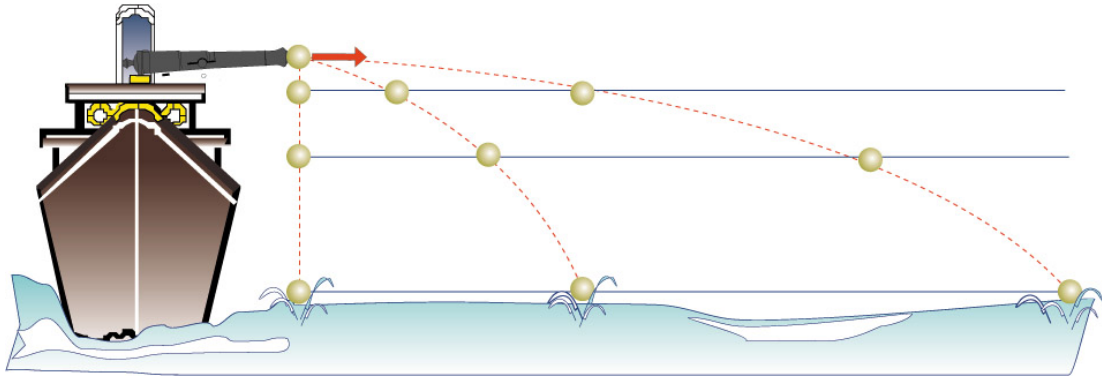
Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



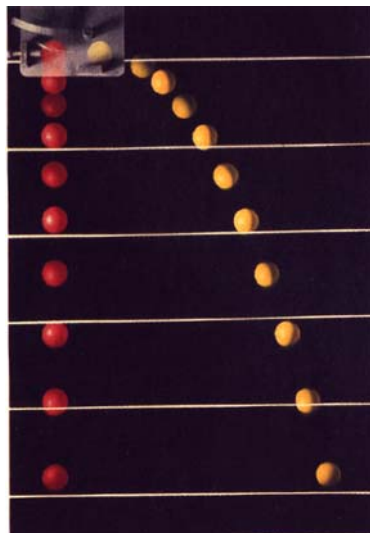
## Principio de superposición



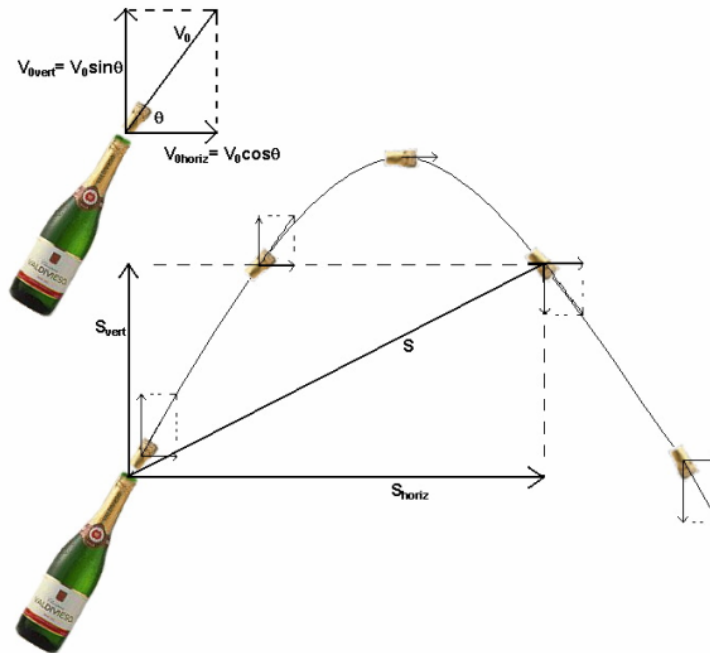
Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## Principio de superposición



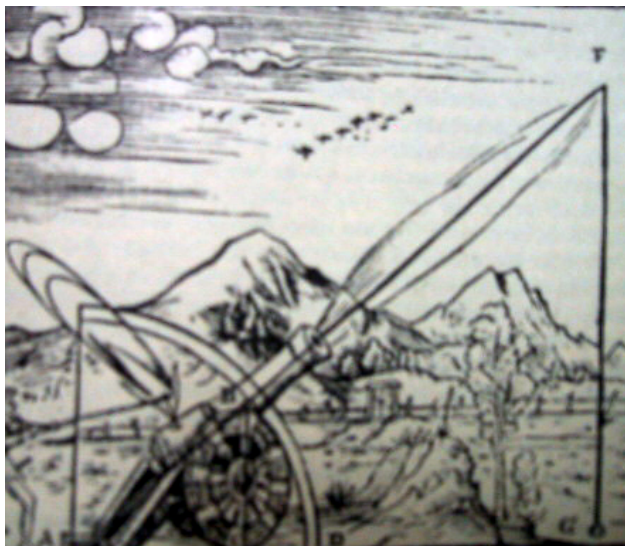
Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## Trayectoria de un proyectil antes de Galileo



Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile





Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## Información histórica más detallada:

<http://www.das.uchile.cl/~jose>

Necesito 5 voluntarios (pagados con puntos extra) para hacer una lista de 10 palabras cuyo significado no entienden.

Leer: Materia Oscura en Galaxias Espirales

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile



## RESUMEN DE GALILEO

El arte de extraer lo relevante

Principio de equivalencia.

Todos los cuerpos caen con la misma aceleración,  
bajo las mismas circunstancias.

Principio de Superposición.

Analiza los movimientos descomponiéndolos.

Principio de Inercia.

Si el objeto no interactúa con el medio, se mueve con  
velocidad constante.

Dr. Nelson Zamorano H.  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile