

# Física

Antonio Falcó

Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. –  
Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## Física: ciencia básica

- ▶ (Postulado) La física intenta de describir los fenómenos naturales cuya existencia es independiente de la persona que los observa y que obedecen reglas inteligibles y universales.
- ▶ La física no es sólo una ciencia teórica; es también una ciencia experimental. Como toda ciencia, busca que sus conclusiones puedan ser **verificadas mediante experimentos** y que la teoría pueda **realizar predicciones de experimentos** futuros.
- ▶ Esta puede agruparse en cinco teorías principales:
  - ▶ *la mecánica clásica*, que describe el movimiento macroscópico;
  - ▶ *el electromagnetismo*, que describe los fenómenos electromagnéticos como la luz
  - ▶ *la relatividad*, que describe el espacio-tiempo y la interacción gravitatoria;
  - ▶ *la termodinámica*, que describe los fenómenos moleculares y de intercambio de calor;
  - ▶ *la mecánica cuántica*, que describe el comportamiento del mundo atómico.

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

- ▶ La ciencia es una obra humana, pero la persona que observa no es quien crea la realidad.
- ▶ Los constituyentes de la realidad lo conforman las variables físicas que podemos predecir de forma cierta, es decir, son aquellas que podemos medir de forma segura y repetible encontrando siempre el mismo resultado cada vez que repetimos el experimento.
- ▶ En la física clásica esto aparece de forma evidente. Esto se debe a que las propiedades que medimos se atribuyen directamente al sistema, siendo el sistema simplemente **el objeto que estamos estudiando**: una partícula, un conjunto de partículas, etc.
- ▶ En la física cuántica, el punto fundamental es que no se puede olvidar el contexto de la medición, es decir, **el aparato externo al observador que permite obtener estas propiedades**.
- ▶ En física clásica, efectuar una medición también puede alterar los resultados, pero esta perturbación puede corregirse. Este no es el caso de la física cuántica.

## Física

Antonio Falcó

## Física: ciencia básica

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

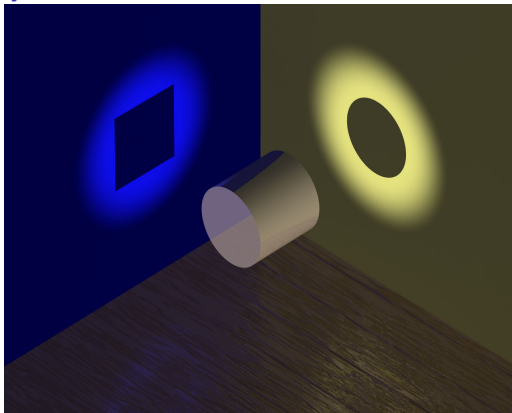
La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

## Realidad y observación



Auffèves, A., & Grangier, P. (2015). Contexts, Systems and Modalities: A New Ontology for Quantum Mechanics. *Foundations of Physics*, 46(2), 121–137. doi:10.1007/s10701-015-9952-z

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

## Biomecánica

- ▶ La biomecánica es un área de conocimiento interdisciplinar que estudia los modelos, fenómenos y leyes que sean relevantes en el movimiento y al equilibrio (incluyendo el estático) de los seres vivos. Es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano.
- ▶ Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la *mecánica clásica*, la *ingeniería*, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

**Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso**

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

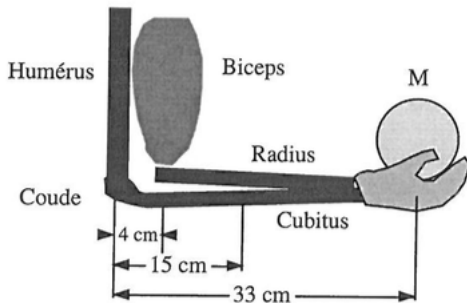
El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## Preguntas que buscan respuestas en este curso

Un jugador de bolos sostiene en su mano una bola de 7,2 kg con su brazo vertical al suelo y su antebrazo y mano situados horizontales al suelo ¿Que fuerza que tiene que desarrollar el biceps y cómo podemos medir la reacción del húmero sobre el codo durante este ejercicio? El antebrazo y la mano pesan 1.8 kg. Las dimensiones a utilizar están reflejadas en la figura.



Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

**Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motiván el curso**

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

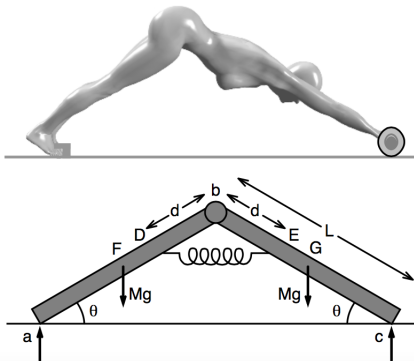
El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

# Preguntas que buscan respuestas en este curso

Un atleta realiza un ejercicio con una rueda abdominal tal como podemos ver en la figura. Caracterize la contracción del músculo abdominal en función del ángulo que forma el brazo con el suelo.



Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

**Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso**

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso



# Preguntas que buscan respuestas en este curso

¿Cuál es el esfuerzo cortante máximo que puede soportar la parte central del fémur antes de una fractura?



Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

**Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso**

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

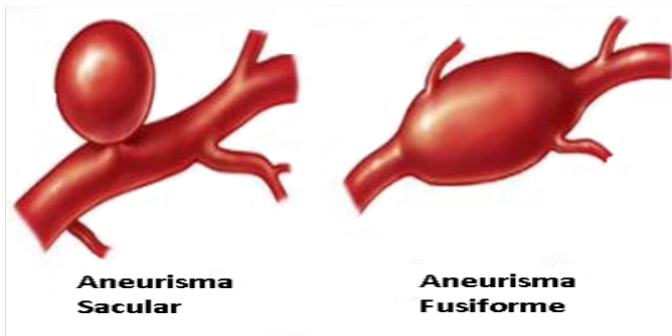
El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

# Preguntas que buscan respuestas en este curso

¿Cuál es el efecto en un aneurisma fusiforme sobre la variación de la presión sanguínea? ¿Cómo podemos cuantificar dicho efecto?



Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

**Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso**

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

# Preguntas que buscan respuestas en este curso

Un estudiante propone una técnica terapéutica en pacientes con graves quemaduras en todo el cuerpo. Para su empleo debemos mantener durante 15-20 horas la temperatura de la piel a  $15^{\circ}\text{C}$  mientras tanto la temperatura interior del cuerpo debe permanecer a  $37^{\circ}\text{C}$  ¿Es posible efectuar en la práctica este tratamiento terapéutico? Realiza los cálculos pertinentes que nos lleven a rechazar o a aceptar esta técnica terapéutica.

Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

**Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motiván el curso**Mediciones científicas  
y verificación  
experimentalLa medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

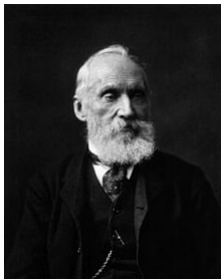
Organización del curso

## Las medidas científicas

- El distintivo de la buena ciencia es la medición. Lo que conozcas de algo suele relacionarse con que puedas medirlo.

## Las verificación experimental

- El diseño de un experimento asociado a un modelo físico, permite su verificación o refutación.



## Willian Thomson-Lord Kelvin (26 Junio 1824-17 Diciembre 1907)

“Con frecuencia digo que cuando puedes medir algo y expresarlo con números, quiere decir que conoces algo acerca de ello, cuando no lo puedes expresar con números, tu conocimiento es insuficiente y poco satisfactorio. Puede ser el comienzo de un conocimiento, pero en cuanto tu pensamiento, apenas has avanzado para llegar a la etapa de la ciencia, cualquiera que esta sea”.

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## Como Eratóstenes midió el tamaño de la tierra

- ▶ En sus estudios de los papiros de la biblioteca de Alejandría, encontró un informe de observaciones en Siena, unos 800 Km. al sureste de Alejandría, en el que se decía que los rayos solares al caer sobre una vara el mediodía del solsticio de verano (el actual 21 de junio) no producía sombra.
- ▶ Eratóstenes entonces realizó las mismas observaciones en Alejandría el mismo día a la misma hora, descubriendo que la luz del Sol incidía verticalmente en un pozo de agua el mismo día a la misma hora.
- ▶ Asumió de manera correcta que si el Sol se encontraba a gran distancia, sus rayos al alcanzar la tierra debían llegar en forma paralela, si esta era plana como se creía en aquellas épocas, y no se deberían encontrar diferencias entre las sombras proyectadas por los objetos a la misma hora del mismo día, independientemente de donde se encontraran.

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

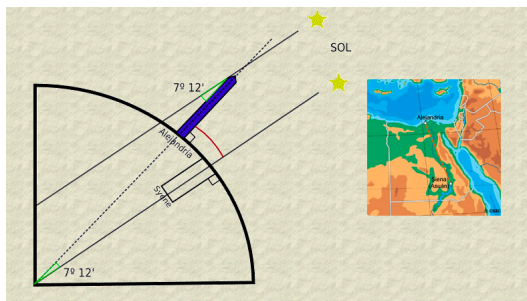
El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## Conclusión

Sin embargo, al demostrarse que si lo hacían (la sombra dejada por la torre de Sienna formaba 7 grados y 12 minutos con la vertical), dedujo que la tierra no era plana y, utilizando la distancia conocida entre las dos ciudades y el ángulo medido de las sombras, calculó la circunferencia de la tierra en aproximadamente 250.000 estadios (unos 40.000 kilómetros, bastante exacto para la época y sus recursos).



## Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

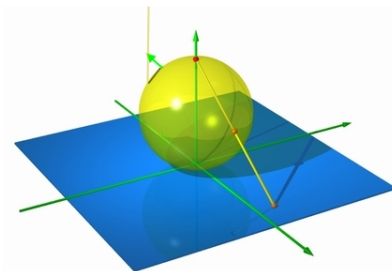
El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## El argumento de Eratóstenes

Si la tierra fuese plana, a la misma hora del mismo día la sombra proyectada por un palo debería ser la misma en cualquier lugar de la tierra. Por el contrario si suponemos que es una superficie con curvatura (como lo es una esfera), la sombra sería diferente tomada en dos puntos distantes entre si.



Los rayos del sol se suponen verticales a la superficie del plano.



## Cálculo de Eratóstenes

$$\begin{aligned} &\text{La circunferencia de la tierra} = \\ &2 \times \pi \times \text{radio circunferencia de la tierra,} \end{aligned}$$

Para calcular la circunferencia necesitamos conocer el radio de la circunferencia de la tierra, ahora bien Eratóstenes conocía que

$$0,1253332 = \sin(7^{\circ}12') = \sin(7,2^{\circ}) \quad (1)$$

$$= \frac{\text{distancia entre Alejandría y Sienna}}{\text{radio circunferencia de la tierra}}. \quad (2)$$

Se ha empleado que

$$12 \text{ minutos} = \frac{12}{60} \text{ grados} = 0,2 \text{ grados.}$$

Francis Bacon (22 de enero de 1561 - 9 de abril de 1626)

Definió el método científico.



## Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. - Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

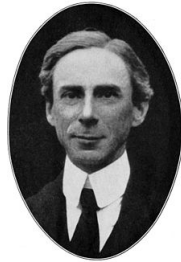
## El método científico

1. *Observación*: Observar es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causalmente.
2. *Inducción*: La acción y efecto de extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio particular de cada una de ellas.
3. *Hipótesis*: Planteamiento mediante la observación siguiendo las normas establecidas por el método científico.
4. Probar la hipótesis por experimentación.
5. Demostración o refutación (antítesis) de la hipótesis.
6. Tesis o teoría científica (conclusiones).

## La actitud científica

- ▶ Es algo común considerar que un hecho es algo permanente y absoluto.
- ▶ Si una idea *no tiene consecuencias observables*, entonces no es necesaria para entender el funcionamiento de un fenómeno, aunque podamos darle algún supuesto valor al hecho de que nos reconforte.





## Bertrand Russell (18 Mayo 1872-2 Febrero 1970)

“Si yo sugiriera que entre la Tierra y Marte hay una tetera de porcelana que gira alrededor del Sol en una órbita elíptica, nadie podría refutar mi aseveración, siempre que me cuidara de añadir que la tetera es demasiado pequeña como para ser vista aun por los telescopios más potentes. Pero si yo dijera que, puesto que mi aseveración no puede ser refutada, dudar de ella es de una presuntuosidad intolerable por parte de la razón humana, se pensaría con toda razón que estoy diciendo tonterías.”

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## Conclusión

Lo que Russell pone de manifiesto es que carece de sentido elaborar una teoría que no puede probarse ni refutarse.

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso



## Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la búsqueda de respuestas que motivan el curso

Mediciones científicas y verificación experimental

La medida de la tierra de Eratóstenes (Cirene, 276 a. C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos matemáticos

Organización del curso

## Las matemáticas: lenguaje de la ciencia

- ▶ Las ecuaciones son la herramienta más potente de que disponen los científicos en su intento de entender la naturaleza .
- ▶ Para los más aprensivos: Al nivel más básico una ecuación nos permite predecir los resultados de un experimento sin la necesidad de llevarlo a cabo.
- ▶ El teorema de Pitágoras, nos permite conocer la longitud de una rampa, simplemente conociendo la altura a la que la queremos instalar y la distancia que pretendemos salvar.  
¿Porqué?

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{Teorema de Pitágoras}$$

Si  $a = 3$  y  $b = 4$ , podemos predecir que  $c = 5$ . ¿Porqué?



## ¿Qué es una fórmula?

Consideremos la ley de gravitación universal de Newton:

$$F = G \frac{m_{tierra} m_{humano}}{r^2} = \underbrace{G \frac{m_{tierra}}{r^2}}_{g=9,81} m_{humano}$$

donde  $F$  es la fuerza de atracción entre la tierra de masa  $m_{tierra}$  y una persona de masa  $m_{humano}$  cuyos centros de masa estan separados por una distancia  $r$ .  $G$  es la constante de gravitación universal que suponemos conocida.

## Lo que representa la fórmula

Como la constante  $G$  es conocida, si podemos medir la masa de la tierra  $m_{tierra}$  y la masa de la persona  $m_{humano}$  en kg, y medimos la separación  $r \approx r_{Tierra}$  entre sus centros de masa (en m.) podemos cuantificar la fuerza  $F$  de atracción entre ambas.

## Grados de libertad

Decimos que el número de grados de libertad de un modelo son el número de variables que necesitamos medir para conocer las restantes. Se calcula del modo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{n. grados de libertad} &= \\ \text{número de variables} &- \text{número de ecuaciones} \end{aligned}$$

## Ejemplo

En la fórmula de gravitación universal tenemos

número de variables = 4,  $\{F, m_{\text{tierra}}, m_{\text{humano}}, r\}$  y

número de ecuaciones = 1, luego

n. grados de libertad =  $4 - 1 = 3$ .

## Ejemplo

Consideremos el modelo

$$F = m a \quad (3)$$

$$a = \frac{v}{t} \quad (4)$$

donde  $F$  es la fuerza que es provocada por la masa  $m$  de un objeto que se mueve con una aceleración  $a$ , siendo  $v$  la velocidad del objeto y  $t$  el tiempo. El conjunto de variables

$$\{F, m, a, v, t\} \text{ 5 variables}$$

y dos ecuaciones. En consecuencia, el número de grados de libertad es de  $5 - 2 = 3$ . **En conclusión, necesitamos medir o conocer 3 de las variables para poder determinar o calcular el valor de las otras dos restantes.**

# Física

## Temas

1. Introducción (Introduccion.pdf, Preliminares.pdf).
2. Fuerzas y equilibrio  
(Lectura2.pdf, Lectura3.pdf, Lectura4.pdf).
3. Cinemática (Lectura5.pdf, Lectura6.pdf).
4. Trabajo y energía (Lectura7.pdf).
5. Elasticidad (Lectura8.pdf).
6. Fluidos (Lectura9.pdf).
7. Termodinámica (Lectura10.pdf).
8. Electricidad.

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

## Material del curso

<http://afalco.000webhostapp.com/>

<https://github.com/afalco/Fisica>

## Bibliografía

Raymond A. Serway y Chris Vuille: *Fundamentos de Física: Volumen 1 (9ª Edición)*. Cengage Learning (2012).

### Física

Antonio Falcó

Física: ciencia básica

Biomecánica o la  
búsqueda de  
respuestas que  
motivan el curso

Mediciones científicas  
y verificación  
experimental

La medida de la tierra de  
Eratóstenes (Cirene, 276 a.  
C. – Alejandría, 194 a. C.)

El método científico

Física y modelos  
matemáticos

Organización del curso

## Evaluación

1. Prácticas de 1 a 5: (2 puntos)
2. Práctica 6: Ensayo escrito acerca del libro
  - 2.1 *¿Por qué  $E = mc^2$ ? (¿y por qué debería importarnos?).* Debate 2013. (alrededor de 20 euros en papel y 12 euros en formato digital) 0.5 punto.
  - 2.2 *Pourquoi  $E = mc^2$ ?- et comment ça marche?* Dunod 2012 (autour de 18 euros) 0.5 point.
3. Ejercicios en Seminarios y Magistrales (1.5 puntos)
4. Examen teórico-práctico final QCM (6 puntos).