

PROYECTO: INVESTIGAR y COMPRENDER LA NATURALEZA

# EL MOVIMIENTO DE TODAS LAS COSAS

Física y Química / 4º E.S.O.

J. Martínez Torregrosa, M. Alonso Sánchez, F. Carbonell Gisbert,  
J. Carrascosa Alís, J. L. Domenech Blanco, A. Domenech Pastor,  
A. Domínguez Blay, L. Osuna García, R. Verdú Carbonell.

# ¿QUÉ VAMOS A ESTUDIAR Y POR QUÉ?

Joaquín Martínez Torregrosa

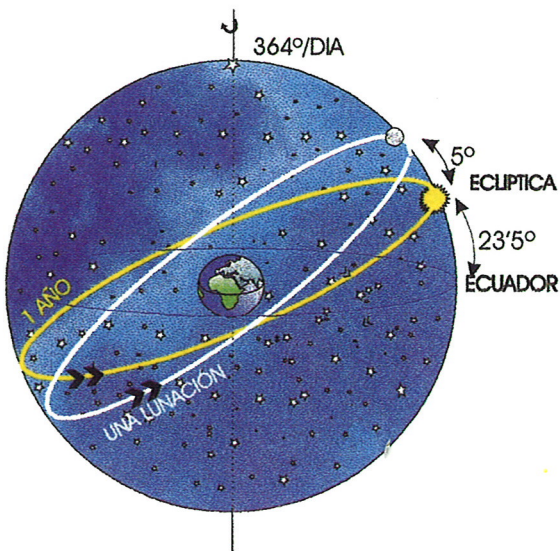
- El tema central que vamos a tratar en este curso es el estudio de los movimientos de los cuerpos, desde el de vehículos, como un barco o una bicicleta, hasta el de astros como la Luna, o, simplemente, el de una piedra lanzada al aire.

- Pero antes de empezar una tarea de larga duración, cualquier tarea, es conveniente que nos preguntemos por el interés de la misma: «¿Por qué y para qué vamos a estudiar los movimientos de las cosas?». «¿Por qué el movimiento de las cosas ha llamado la atención en todas las épocas, desde la Edad Antigua hasta nuestros días?». «¿Advertimos el fruto de los estudios sobre el movimiento en nuestra actividad cotidiana?»



A.1 Indicad qué interés puede tener el estudio del movimiento de:

- Un vehículo de transporte (de personas, de mercancías...).
- Las piezas que formarán un mecanismo (un motor, un reloj...).
- Un avión cuando aterriza o despegamos.
- Un coche cuando frena.
- La Luna, el Sol y las estrellas.



- Es fácil ver la importancia práctica del estudio del movimiento de vehículos: si conocemos cómo se mueven, podremos prever dónde estarán al cabo de cierto tiempo, y, por tanto, cuánto tardarán en llegar a un



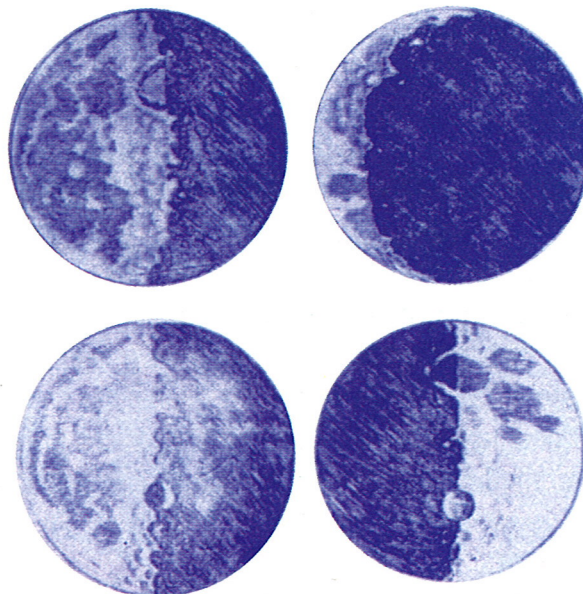
- Los antiguos astrónomos también descubrieron que la primera constelación (grupo de estrellas) que se ve por el lugar donde el Sol se oculta al atardecer va variando en el tiempo, observando 12 constelaciones\* distintas. El movimiento de la Luna también es cíclico: se pueden predecir los días que faltan para que ésta vuelva a ocupar la misma posición respecto al fondo de estrellas fijas (la misma posición en la bóveda celeste).

\* Los antiguos griegos dieron nombres a estos grupos de estrellas según la figura que imaginaban ver en ellos (escorpión, piscis...) e inventaron historias preciosas relacionándolas con sus dioses y con los sentimientos humanos: la mitología griega constituye un legado literario antiquísimo que merece la pena disfrutar.

Puede imaginarse el adelanto que supuso la invención de sistemas para contar los días de una manera cíclica, es decir, la invención del calendario: fue posible prever la llegada y la duración de las distintas estaciones del año —con sus períodos lluviosos y secos—, «medir» los ciclos naturales de plantas y animales y planificar, por tanto, la época de siembra, la cosecha, etc. Aunque hoy día no advertimos la importancia del calendario, por ser algo cotidiano, su invención, hace más de 3.000 años, fue un hecho de primera magnitud para una sociedad agrícola y ganadera como la de nuestros antepasados, y esa invención fue fruto del estudio cuidadoso del movimiento de los astros.

- Pero el interés de estudiar el movimiento de las cosas no se limita a situaciones utilitarias inmediatas, sino que alcanza, como veremos, a la comprensión global del Universo, de la Naturaleza y, por tanto, a la visión que los seres humanos tenemos de nuestra existencia.

En efecto, no se trata sólo de medir la posición o velocidad de los objetos que se mueven, sino que, desde tiempos también remotos, dichos estudios han ido acompañados de preguntas sobre por qué se mueven los objetos o como lo hacen; y el interés se ha centrado en las diferencias entre los movimientos de los objetos celestes (Sol, Luna, estrellas...) y de los objetos «terrestres» (como una piedra o un papel).



*Fases de la luna*



**A.2** Indicad, si las hay, diferencias entre el movimiento de los astros y el de los objetos en la superficie terrestre.

- Nuestra experiencia cotidiana nos confirma que los movimientos de los objetos «pesados», como una piedra o un coche, son movimientos que tienen un principio y un final: el reposo. Aparentemente, para que una piedra se mueva, hace falta «algo» o «alguien» que le produzca ese movimiento, y al final siempre acaba en el suelo, en reposo. Lo mismo ocurre con un objeto que esté sobre el suelo, o con un coche: hace falta empujarlo o quemar gasolina continuamente para que se mantengan en movimiento, y, cuando esto deja de ocurrir, se paran. En otros casos —un papel o una pluma en el aire— vemos movimientos irregulares, complejos, que no parecen seguir regla alguna.

• Lo anterior contrasta con los movimientos que observamos del Sol, la Luna o las estrellas\*, que son cíclicos, sin principio ni fin (sin paradas ni arranques) y en los que no vemos agente alguno que los mantenga en movimiento.

\* Los planetas no se mueven así; si se observa el movimiento de Marte, Júpiter o Venus durante cierto tiempo, a la misma hora, las trayectorias que describen son complicadas y sin regularidad aparente. De hecho, la palabra «planeta» proviene del griego antiguo y significa «errante».

Desde hace miles de años se han buscado explicaciones a estas diferencias, y aún hoy, aunque sea de un modo inconsciente, las personas tenemos ideas espontáneas sobre la causa de las mismas.



**A.3** Si se suelta o se lanza un objeto, como una piedra, cae al suelo. ¿Por qué no le ocurre lo mismo a la Luna?

**A.4** Recoged, grabándolas o escribiéndolas, las respuestas de tres personas del entorno familiar a la pregunta anterior; juntadlas con las obtenidas por todos los miembros del equipo; y clasificadlas en distintos tipos. Expresad los resultados en una tabla (tipo de respuesta y número de personas que han dado dicha respuesta): más adelante volveremos a reflexionar sobre ellas.

• Parece claro, pues, que percibimos una gran barrera entre la naturaleza de los movimientos de los objetos celestes y la de los objetos terrestres, y que existen explicaciones espontáneas de las personas para justificar dichas diferencias. Los antiguos griegos —especialmente Aristóteles, que vivió en el siglo IV antes de Cristo— también explicaron las diferencias en los movimientos que tenían las «cosas» que observaban en la Naturaleza. Algunas de las características principales de su pensamiento deben ser conocidas porque influyeron, ¡durante más de 2.000 años!, en el modo en que los humanos concebían el mundo.



**A.5** Leed detenidamente los párrafos del texto siguiente, que, aunque no fue escrito así por Aristóteles hace unos 2.350 años, muestra características importantes de su pensamiento sobre los movimientos y el mundo físico. Pensad cómo vemos la Luna en un día soleado, y las estrellas durante una noche despejada. ¿Serían lógicas/aceptables estas ideas para los personas de hace veinte siglos?

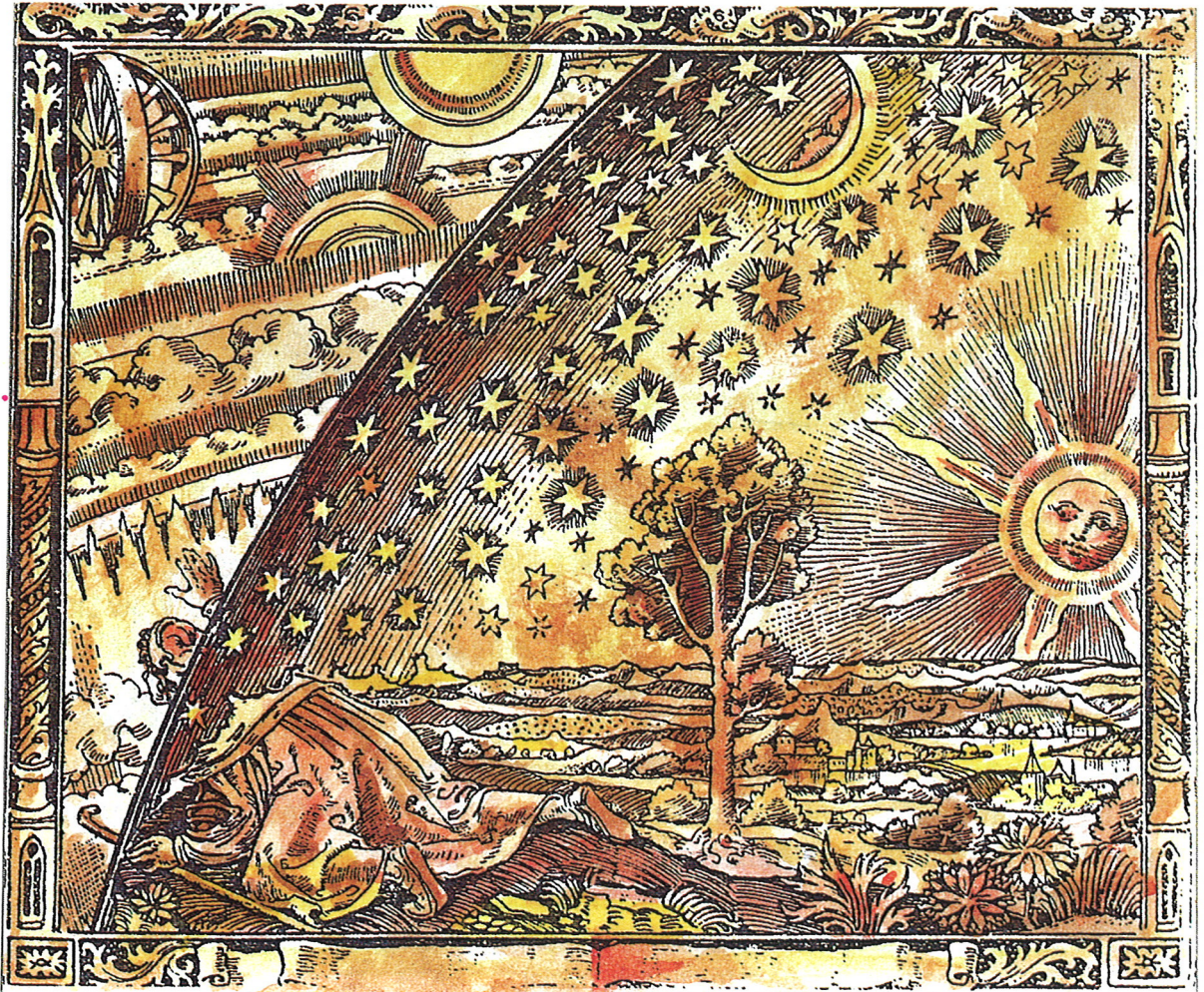
Todas las cosas que vemos a nuestro alrededor están formadas por la mezcla de cuatro «elementos o esencias» puros: tierra, agua, aire y fuego. Cada uno de estos elementos, por su propia naturaleza, ocupa un lugar natural en el Universo, y su estado natural es estar en reposo en su lugar natural. Así, por ejemplo, el lugar natural del elemento «tierra» es estar lo más bajo posible, y el del elemento «fuego» lo más alto posible; el lugar natural del aire es estar por encima de los elementos «tierra» y «agua», pero por debajo del elemento «fuego».

Los objetos se mueven según la proporción de cada uno de los elementos que lo forman: así, una piedra está formada casi totalmente por el elemento «tierra», de modo que su tendencia natural será estar en reposo lo más bajo posible. La tendencia natural del humo, que es una mezcla de aire y fuego, será ir hacia arriba hasta alcanzar su lugar natural, donde quedará en reposo lo más alto posible.

Un objeto sólo abandona el reposo en su lugar natural si hay una causa «violenta» que lo obligue a ello, y volverá a él cuando cese esta causa: por ejemplo, el movimiento de una piedra hacia arriba sólo ocurre por una causa violenta, y, cuando cesa ésta, realiza un movi-

miento natural hacia su lugar natural —lo más bajo posible—, donde quedará en reposo. En cambio, la naturaleza de los astros es bien distinta: su movimiento es perfecto, circular, siempre igual de rápido, sin principio ni final. Están formados por un quinto elemento\*, totalmente diferente de los terrestres, cuya tendencia natural es moverse de modo circular, inmutable y eterno en los cielos.

\*Se llamó *quintaesencia* o *éter* a este supuesto «elemento» que formaba todo lo que se encontraba en el mundo celeste.



- Como hemos visto en las actividades **A.3**, **A.4**, y **A.5**, para los antiguos griegos, y para la inmensa mayoría de las personas que viven en la actualidad parece evidente que hay diferencias esenciales sobre cómo son y cómo se producen los movimientos de los astros y los de los objetos en la superficie terrestre.

- Pero la ciencia moderna no sólo persigue resolver situaciones de interés práctico inmediato\*\* (como aquellas a las que nos hemos referido al realizar la **A.1**), sino que se caracteriza por la búsqueda de *explicaciones unitarias*, es decir, lo más universales posibles. La finalidad de la ciencia es tratar de explicar de la misma forma fenómenos que, en principio, parecen esencialmente distintos.

\*\* Las aplicaciones prácticas de algunas invenciones científicas suelen desarrollarse años después de la comprensión profunda del problema estudiado. De ahí que el mantenimiento de la investigación fundamental —no para aplicaciones prácticas inmediatas— sea necesario y productivo para un país.

Puede imaginarse que tratar de hacer eso implica poner en duda lo que parece evidente, enfrentarse a verdaderas barreras intelectuales. Y el caso de los movimientos es un ejemplo clarísimo. ¿Cómo puede ser posible que el movimiento que realiza una piedra lanzada al aire pueda explicarse de la misma manera que el movimiento de la Luna?; ¿alguien puede pensar que el movimiento de un globo de hidrógeno y el de una bola de plomo se puedan explicar utilizando los mismos conceptos?



- Pues sí, a esto es a lo que vamos a enfrentarnos en este curso: a tratar de conseguir una explicación de por qué el movimiento de un objeto es de una forma determinada; una explicación que sea igualmente válida para un coche, una piedra, un trozo de madera que se suelta dentro del agua o... la Luna.

Es decir, la pregunta estructurante que servirá para organizar nuestro estudio, y, por tanto, para orientarnos, será: *¿de verdad existen diferencias esenciales entre los movimientos de todas las cosas de la Naturaleza, o podemos encontrar una explicación universal para el movimiento de cualquier objeto, independientemente de la clase de objeto que sea?* O, lo que es equivalente: *¿cómo podríamos conseguir que una piedra se moviera como la Luna?; ¿y que un globo de hidrógeno cayera como una bola de plomo al suelo?*

En definitiva, vamos a poner en cuestión lo que parece obvio a simple vista —la existencia de barreras insalvables— y a tratar de encontrar una explicación universal al movimiento de todas las cosas.

- Para ello contaremos con la imaginación de todos los componentes de la clase y con una actitud de ir más allá de lo que parece evidente, planteando preguntas e inventando conceptos que nos permitan avanzar en la solución de nuestro problema estructurante inicial.

Pero no sólo abordaremos dichas preguntas generales, sino que, al mismo tiempo, la puesta a prueba de los conceptos que inventemos supondrá mostrar su validez para tratar problemas prácticos y cotidianos\*, como: *¿cuánto tiempo tardará un tren en atravesar un túnel?; ¿qué hace falta para lograr que el movimiento de un vehículo sea el deseado?...* Trataremos, pues, de aunar el intento de comprensión global del movimiento de todas las cosas en la Naturaleza —una concepción del mundo— con el tratamiento de situaciones cotidianas de interés.

- Para que el avance que deseamos sea posible, es necesario proponer problemas más concretos, fácilmente abordables, que constituyan un hilo conductor del curso y cuya solución nos aproxime a la solución del problema estructurante inicial que hemos planteado.

\* ¿Permitiría la sociedad actual una investigación científica que no produjera resultados útiles? En nuestro país, el Estado destina dinero de los impuestos a «Planes de Investigación + Desarrollo (I + D)»; ¿qué significa esto? ¿S estima necesario que se destine dinero a la investigación científica? ¿Sobre qué temas?

Así pues, si lo que deseamos es encontrar una explicación universal, única, de por qué las cosas se mueven como lo hacen, una posible estrategia podría ser:

- 1. Tratar de caracterizar los movimientos de los objetos ignorando la naturaleza de los mismos;** es decir, sin fijarnos en si son una piedra, un coche, un globo lleno de hidrógeno o la Luna. En otras palabras, *procuraremos inventar magnitudes que sirvan para identificar y diferenciar unos movimientos de otros, pero sin tener en cuenta de qué esta hecho o cómo es el objeto que se mueve.*
- 2.** Si logramos describir y diferenciar unos movimientos de otros utilizando los mismos conceptos para todos, será el momento de abordar el problema de «**¿qué es lo que hace que el movimiento de un objeto sea de un tipo u otro?**»; es decir, «**¿cómo conseguir que un movimiento sea de un tipo u otro?**». Dentro del tratamiento de este problema, será de especial interés tratar de superar las barreras a las que nos hemos referido, planteando cuestiones como:
  - ¿qué hace falta para que el movimiento de un objeto no sea rectilíneo, sino circular y uniforme como el de la Luna?;
  - si conseguimos explicar qué ha de ocurrir para que el movimiento de un objeto en la superficie terrestre sea circular y uniforme, ¿qué haría falta para que el movimiento de la Luna se pudiera explicar del mismo modo?;
  - ¿podemos explicar la causa de las diferencias entre el movimiento de un globo de hidrógeno y el de una piedra, cuando ambos se sueltan de la mano?;
  - ¿qué haría falta para que un objeto terrestre (un vehículo, una persona) se moviera como la Luna?; ¿podríamos conseguir que un globo cayera como una piedra?
- 3.** A continuación, **realizaremos una recapitulación para ver en qué medida hemos avanzado en la solución de nuestro problema estructurante,** es decir, realizaremos una síntesis para ver en qué medida hemos logrado una explicación única, universal, del movimiento de todas las cosas.
- 4.** Y finalmente, plantearemos un nuevo problema: «**¿Existen límites en los cambios que pueden ocurrir en la Naturaleza?**». Llegados ahí, dedicaremos nuestra atención a comprender el gran interés de este punto.

Joaquín Martínez Torregrosa