

El modelo físico de Aristóteles

Parte de la importancia de la aportación aristotélica radica en que fue **el primer modelo científico con que contó la humanidad**. Su atractivo se basaba en su coherencia y en la capacidad de explicar los fenómenos observados.

La cosmología de Aristóteles se puede enunciar, de una manera resumida, en la forma siguiente:

- *El **centro del universo** coincide con el **centro de la Tierra***
- *El **universo** se divide en **dos partes bien diferenciadas** que están separadas por la **esfera de la Luna**. Ambas partes están constituidas por elementos diferentes y se comportan de acuerdo a leyes distintas*
- ***Mundo terrestre o infralunar**, situado por debajo de la esfera de la Luna, esta constituida por **cuatro elementos o esencias** que, debidamente combinados, formaban todas las substancias materiales que en ella se hallan.*

Estos elementos son **los cuatro elementos de Empédocles**: la tierra, el agua, el aire y el fuego. En el **universo sublunar** cada elemento tiene un lugar natural, donde le corresponde estar. El lugar natural del elemento tierra es una esfera cuyo centro coincide con el centro del universo (y por lo tanto con el de la Tierra). En torno a esta esfera se encuentra el lugar que le corresponde al agua. Sobre el agua se sitúa el lugar natural destinado al aire y sobre éste el sitio reservado al fuego. Todos los espacios naturales de estos elementos están separados por una superficie esférica. El hecho de que en el universo sublunar existiera un cierto desorden era causado por los efectos de arrastre que producía la esfera de la Luna en su movimiento.

Un objeto abandonado a sí mismo sentirá una fuerza que lo llevará al sector esférico correspondiente, de manera que permanezca en el sitio que la naturaleza le tiene asignado. Esto explica, por ejemplo, el hecho de que las burbujas que se puedan formar en el fondo de un estanque intenten atravesar la corona circular del agua y se dirija hacia su propio lugar natural, el aire. En cambio una piedra (tierra) que dejemos caer en el aire atravesará las esferas del aire y del agua y solo parará cuando llegue al lugar que le corresponde: a la esfera de tierra.

Algunos cuerpos, como la madera o el corcho, están formados de tal manera que una parte de sus elementos constituyentes son de tierra y otra parte de aire. Si la cantidad de tierra es mayor que la de aire el cuerpo se hundirá si lo colocamos en la superficie de un estanque, pero lo hará más lentamente que si fuese solamente de tierra. Por el contrario, si la cantidad de aire es mayor que la de tierra el cuerpo flotará, ya que la

tendencia a dirigirse a la esfera de aire es superior a la de descender a la esfera de tierra. Como puede verse, la parte de aire y tierra que constituyen un cuerpo equivale de una manera bastante aproximada a lo que es nuestro concepto de densidad, por lo cual se entiende que el modelo aristotélico fuese de utilidad incluso para cálculos prácticos de flotación y peso específico.

El humo, en este modelo, estaba compuesto por agua, aire y fuego, por lo cual "huía" de la esfera del agua hacia la esfera del aire y si la cantidad de fuego era suficientemente elevada, incluso atravesaría la esfera del aire para dirigirse a la de fuego. Pero si perdía algo de fuego en su camino ascendente, se enfriaría y quedaría en equilibrio o descendería de nuevo a la superficie de la Tierra.

De igual manera se podía explicar el mecanismo de formación de las nubes. El fuego que desprende el Sol llega a la Tierra e incide sobre la superficie del mar, se mezcla con el agua y forma vapor de agua. Este vapor de agua, compuesto por agua con tendencia a permanecer en el mar y fuego, con tendencia a subir más allá de la esfera del aire, asciende y forma las nubes. Cuando una corriente de aire frío arrebatara al vapor de agua su fuego, el agua resultante cae en forma de lluvia.

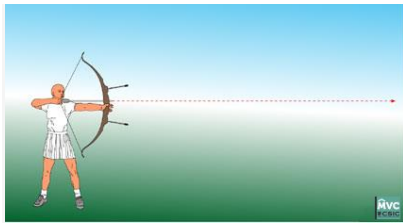
De acuerdo con la física de Aristóteles los cuerpos están sujetos a **movimientos naturales**, que se producen como resultado de la tendencia de que están animados los átomos que los forman a dirigirse a su esfera correspondiente. Estos movimientos son rectilíneos y la velocidad con que los cuerpos van a su esfera es proporcional a la diferencia entre la cantidad de materia que poseen de las esferas que se encuentran por debajo de ellos y la cantidad de materia que poseen de las esferas que se encuentran por encima de ellos.

Según esta teoría, una bala de cañón que pese 20 kilos caerá hacia la Tierra con una velocidad dos veces mayor que una bala de 10 kilos. Esta predicción fue la que **Galileo** demostró ser falsa en sus famosos experimentos de la Torre de Pisa, dejando caer bolas de metal de diferentes tamaños y comprobando, delante de sus estudiantes, que llegaban al suelo al mismo tiempo.

Además de los movimientos naturales, en la física de Aristóteles también se consideran **movimientos violentos**, aquéllos que van en contra de la tendencia natural de los cuerpos a permanecer o dirigirse a su esfera correspondiente. Estos movimientos forzados o violentos se producen como resultado de la acción de alguna fuerza que se les aplica; y la velocidad con que los llevan a cabo es proporcional, de acuerdo con Aristóteles, a la fuerza que se les aplica y tanto menores cuanto mayor es su masa.

Este comportamiento es, como se demostró a su debido tiempo, contrario al resultado experimental, pero para descubrirlo fueron necesarios complicados procesos de medida, por lo que se mantuvo vigente casi veinte siglos.

En este modelo sólo son posibles estos dos movimientos, naturales o forzados. De esta manera no se explican la gran mayoría de los movimientos; es decir, aquéllos que se producen como resultado de un impulso inicial, como el movimiento de una flecha o una lanza. En este tipo de movimientos se aplica una fuerza a la flecha durante un tiempo corto, tras el cual la flecha recorre un espacio considerable sin estar animada, aparentemente, por ningún tipo de fuerza, contrariamente a lo estipulado por la teoría. Para explicar este tipo de movimiento Aristóteles tuvo que idear la **teoría del horror al vacío**, teoría que perduraría hasta que Torricelli demostró su falsedad, poco después de la muerte de Galileo.



Según Aristóteles, cuando se lanza una flecha, ésta adquiere su movimiento inicial cuando está en contacto con la cuerda. Inmediatamente después de que la cuerda cesa de empujar a la flecha, ésta avanza un cierto espacio. El espacio que deja detrás de ella queda vacío, y como consecuencia del horror al vacío el aire acude veloz a ocupar dicho espacio empujando la flecha y provocando su movimiento.

La parte de universo que se encuentra **más allá de la esfera de la Luna** es, como la platónica y al contrario de la sublunar, perfecta e inmutable. Aristóteles postuló que en esa parte de universo no existen ninguno de los cuatro elementos mencionados. Todos sus cuerpos, que podemos llamar celestes, están constituidos por un único elemento o esencia, el **éter**, al que se conoce bajo la denominación de **quinta esencia o quinto elemento**.

Esta esencia tiene la propiedad de que su movimiento natural no está dirigido hacia el centro del universo (el centro de la Tierra). Sus átomos están animados de un movimiento circular, de tal manera que el centro de la circunferencia coincide con el centro del universo y, por lo tanto, paralelo a la superficie de la Tierra.

De esa sustancia estarían hechas las estrellas así como todos los demás cuerpos que se encontraban en el espacio exterior a la esfera de la Luna. **Cada planeta** (incluido el Sol, que para Aristóteles era otro planeta) se encuentra en **una esfera** que tiene su propio movimiento circular del periodo apropiado. Como límite superior del universo se encuentra la **esfera de las estrellas fijas**. Ésta es una esfera transparente (como las demás), donde se encuentran prendidas las estrellas como luces de un árbol de navidad, fijas en su sitio. La esfera de las estrellas fijas está animada de un movimiento de giro en torno al eje de la Tierra, de manera que da una vuelta al día.

Debemos darnos cuenta que la cosmología aristotélica corresponde a una forma general de describir el universo y no pretendía explicar correctamente todos los movimientos de los astros. Era una especie de marco o esquema general, dentro del cual se debía seguir investigando.