

La Física. Sus métodos

Santiago CÁRDENAS MARTIN

La Ciencia Física.

El hombre siempre ha querido saber por qué funciona el mundo. Desde sus más remotos orígenes se ha preguntado por qué la naturaleza funciona de la forma en que lo hace.

En un principio, la única manera natural de explicar el funcionamiento del Sol, la Luna, las tormentas y tantos otros fenómenos físicos fue la de atribuir su control a seres superiores. La explicación lógica de por qué el sol aparecía todos los días era que había un Dios que lo hacía, o que el propio Sol era un Dios.

La Ciencia empezó cuando algunos hombres se pusieron a tomar nota de la frecuencia con que se repetían ciertos sucesos y a detectar que ciertas causas estaban siempre seguidas por determinados efectos, iniciando la búsqueda de leyes que explicaran el funcionamiento del mundo.

Con el tiempo, la ciencia llamada Física fue tomando forma. Su labor, fundamentalmente, es la de elaborar teorías que modelicen el comportamiento de la naturaleza en sus elementos más fundamentales.

Por una parte, la Física investiga y formula leyes sobre el funcionamiento de lo más pequeño que podemos imaginar; la Física de altas energías investiga el interior del átomo y la más mínima esencia de la naturaleza, y la Física atómica investiga el comportamiento de los átomos y las fuerzas fundamentales a las que están sometidos. La Química investiga cómo esos átomos se unen en moléculas, algunas tan complejas que son la base de la vida. En ese nivel, la Química se transforma en Bioquímica, y la Física es relevada por la Biología.

Por otra parte, la Física toma el testigo de la Geología cuando se trata de estudiar el comportamiento global de los planetas; la Astrofísica investiga la evolución y el comportamiento interno de las estrellas y planetas, y la Cosmología se funde con muchos conceptos de la Física de lo más pequeño para estudiar el funcionamiento general del universo, su origen y su destino.

Los métodos de la Física

Existe un procedimiento general de investigación común a todas las ciencias naturales y sociales (sin incluir las Matemáticas) conocido comúnmente como "El Método Científico", que consta de tres fases:

1. Observación de los fenómenos y experimentación.
2. Elaboración de teorías que expliquen los fenómenos observados.
3. Contrastación de las teorías y más experimentación.

Veamos en más detalle estas fases:

1. Observación de los fenómenos. En esta fase hay que diseñar metodologías que nos permitan la observación repetida de los fenómenos que queremos estudiar, de la forma más aislada posible. Para ello se suelen diseñar los experimentos

científicos, que han de tener la característica de ser consistentes y repetibles, es decir, que puedan ser repetidos por otros experimentadores siguiendo su exacta descripción y obteniendo similares resultados.

Pero no siempre se puede observar la naturaleza en el laboratorio; en Astronomía y Cosmología casi nunca se pueden realizar experimentos, por lo que es fundamental la observación repetida de fenómenos similares, en la que hay que tomar nota sistemáticamente de todo lo que ocurre.

Un caso relevante de observación de la naturaleza fue el trabajo que realizó Tycho Brahe en la toma de datos de las posiciones de los planetas en el firmamento a lo largo de varios años, cuya detallada observación posibilitó que más tarde Kepler elaborara su teoría del movimiento planetario.

2. Elaboración de teorías que expliquen los fenómenos observados. A partir de los datos que sistemáticamente se han recogido, el científico elabora hipótesis que expliquen los resultados. Dichas teorías han de ser consistentes con todos los datos recogidos, y normalmente se elaboran para explicar resultados que no concuerdan con las teorías previas.

A partir de los datos de Brahe, Kepler formuló las tres "leyes de Kepler", que establecen de forma precisa la relación matemática del movimiento de los planetas alrededor del Sol.

A menudo, una teoría física solamente establece relaciones matemáticas entre los datos recogidos, sin dar mayor explicación del porqué de dichas relaciones.

Es el caso de las leyes de Kepler, que aunque predicen de forma exacta en qué posición determinada estará un planeta en un momento concreto, no dicen nada de por qué se mueven siguiendo esas leyes.

En otros casos, las teorías sí nos hablan algo más del porqué de las cosas. Por ejemplo, la ley de la gravedad de Newton -de la que se pueden deducir las leyes de Kepler- nos dice que los planetas se mueven alrededor del sol porque existe una fuerza llamada Gravedad que actúa entre todos los cuerpos del universo; aunque cada nueva teoría, a pesar de aclarar algunas cosas, siempre dejará nuevas preguntas en el aire. En el caso de la Gravedad, nos preguntamos ¿por qué existe una fuerza de atracción entre dos cuerpos?.

3. Contrastación de la teoría. Sobre datos observados se elaboran nuevas teorías, pero normalmente nadie se toma en serio una nueva teoría si no predice nuevos resultados que puedan ser comprobados a posteriori.

La teoría de la relatividad general de Einstein explicaba toda una serie de fenómenos que no cuadraban con la gravitación de Newton -como el desplazamiento del perihelio de Mercurio, y no fue tomada totalmente en serio hasta que algunas de sus nuevas predicciones fueron comprobadas. Las mediciones de desviación de la luz en el eclipse de 1920 supusieron un fuerte espaldarazo a dicha teoría.

Digamos que con un montón de números sobre la mesa puede no ser excesivamente difícil encontrar teorías matemáticas que cuadren con ellos, pero, evidentemente, la contrastación sólida de las teorías consiste en idear nuevos experimentos y/o nuevas observaciones que no hayan sido realizadas previamente y cuyos resultados concuerden con la nueva teoría; suponiendo siempre que dichos resultados son diferentes de las teorías previas.

Las teorías Físicas

En el resto de artículos de esta serie intentaremos describir algunas de las principales teorías que ha formulado la Física para explicar nuestro universo, y que son el resultado del trabajo de miles, tal vez millones, de personas que a lo largo de la historia del hombre han ido recogiendo datos, elaborando teorías, contrastándolas, recogiendo nuevos datos que apoyen o refuten dichas teorías y volviendo a empezar este aparente ciclo sin fin.

Como comentábamos anteriormente, a veces estas teorías son simplemente una colección de fórmulas y procedimientos matemáticos, y en otras ocasiones nos dicen realmente algo sobre la naturaleza de las cosas.

Gracias a la teoría atómica, por ejemplo, se pudieron explicar muchos fenómenos que no concordaban con las teorías anteriores; pero además de permitir hacer nuevos cálculos, nos dijo algo muy concreto sobre cómo es la materia: está hecha de átomos, palabra griega que significa "indivisible".

Posteriormente a la formulación de la teoría, atómica se elaboraron nuevas teorías que afirmaban que los átomos no eran indivisibles, sino que tenían una estructura interna. Esas nuevas teorías daban cumplida explicación a nuevos fenómenos y ampliaban las teorías previas ¿podríamos decir por ello que la teoría atómica estaba equivocada?

Las teorías físicas son una modelización de la naturaleza. Cuando creamos una teoría, lo que hacemos es establecer una biyección entre ciertos elementos de la naturaleza y unos determinados objetos matemáticos. Pero esos elementos nunca están aislados como lo están sus correspondencias matemáticas, por lo que en cualquier caso no dejan de ser una simplificación de la realidad de la naturaleza.

La teoría de la gravitación de Newton supuso un gran avance, pero en algunos casos hay pequeñas variaciones que no concuerdan con ella y que sin embargo sí explica la Teoría General de la Relatividad ¿acaso esto quiere decir que la Teoría de la Gravedad de Newton estaba equivocada y que la correcta es la de la Relatividad General?. Realmente no, las dos son teorías correctas, ya que ambas son aproximaciones matemáticas del mundo real, cada una de ellas con diferentes simplificaciones.

Está claro que cuando pensamos en la atracción gravitatoria entre la Tierra y la Luna hay muchísimas simplificaciones que estamos obligados a hacer, ya que no son esferas perfectas, su densidad no es uniforme, hay otras muchísimas fuerzas en juego que modifican los resultados, nuestros equipos de medida tienen una precisión limitada... ¿qué sentido tiene en ese contexto decir que la Relatividad General nos da una medida más exacta de la atracción gravitatoria entre la Tierra y la Luna?

Todas las teorías físicas que se han elaborado hasta la fecha son siempre aproximaciones del mundo real, y aunque podemos decir que la Relatividad General incluye a la gravitación clásica, no la niega. La Relatividad General es muy compleja de aplicar en cálculos cotidianos, como la trayectoria de una bala o de una piedra que cae, y no nos ofrece ninguna ventaja respecto a la gravitación de Newton en estos casos.

Cada escala de trabajo requiere su propia simplificación. La mecánica cuántica es fundamental cuando queremos efectuar cálculos de partículas elementales que se mueven; sin embargo, cuando hacemos cálculos sobre el comportamiento de la atmósfera terrestre, es mejor que nos olvidemos de la mecánica cuántica y utilicemos leyes de "más alto nivel".

De hecho, aunque consiguiéramos teorías más básicas que nos dieran explicación de lo más profundo de la naturaleza, siempre seguirán haciendo falta teorías físicas que no se deduzcan de estas teorías elementales para poder modelizar los gases, los movimientos de los fluidos, la atmósfera, etc.

La teoría del todo

Hace varias décadas que muchos físicos buscan lo que se ha dado en llamar una teoría del todo (TOE: Theory Of Everything). Ni siquiera sabemos si es posible que exista. Hasta ahora, las teorías físicas siempre han sido aproximaciones, cada vez más precisas, de nuestro entorno natural. ¿Siempre será así? ¿nos pasaremos una eternidad encontrando y verificando teorías cada vez más precisas sobre el funcionamiento de la naturaleza?

Puede que sea así o puede que no. Puede que algún día encontremos una TOE; una teoría de la que, al menos teóricamente, se puedan deducir el resto de teorías físicas fundamentales; una teoría de la que sepamos que no es ninguna aproximación, sino que en ella la correspondencia entre los objetos matemáticos y los elementos básicos sea perfecta.

Aunque dicha TOE se encontrara algún día, sus elementos serán tan básicos que el mundo en el que vivimos seguirá siendo enormemente complejo respecto a esos elementos, por lo que seguirán siendo necesarias casi todas las teorías físicas que conocemos actualmente. De la TOE, por ejemplo, no podremos deducir el movimiento de la atmósfera, porque son demasiados los elementos que intervienen en ello. Desde luego, lo que sí es cierto es que esta hipotética TOE será un nuevo tipo de teoría física diferente a todas las que conocemos actualmente.

Santiago CÁRDENAS MARTÍN
scardenas@uma.es

Este artículo fue originariamente publicado en la revista Mensa España, dentro de las actividades de celebración del Año Mundial de la Física 2005