

PROYECTO: INVESTIGAR Y COMPRENDER LA NATURALEZA

---

---

# LA ESTRUCTURA DE TODAS LAS COSAS

---

---

2º E.S.O. → 13-14 años

3º E.S.O. → 14-15 años

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.

1997



ISBN: 84-8018-117-6

Año 1997



Seleccionar qué contenidos conviene estudiar durante este curso no es nada fácil: los campos de estudio de la Física y la Química son, como vimos al comienzo de curso, amplios y variados, y, durante siglos, la aportación colectiva de los hombres y mujeres de ciencia ha dado lugar a una enorme cantidad de conocimientos.

Vuestro profesor o vuestra profesora, al igual que los autores de este libro, creemos, sin embargo, que aprender «de verdad» requiere tiempo y que, por tanto, es mejor tratar unos pocos temas con profundidad que muchos de un modo rápido y superficial. Profundizar, dedicar tiempo a reflexionar y discutir sobre las ideas propias y las de otros, es necesario para despertar y aumentar vuestro interés por la Ciencia, y para conseguir que os apropiéis de los conocimientos científicos. Nuestro deseo no es que «conozcáis» o hayáis «oído hablar» de algunos contenidos científicos, sino que comprendáis por qué estamos convencidos de que el funcionamiento de la Naturaleza es de una forma y no de otra.

La estructura de este curso ha de favorecer, pues, que pongamos en práctica, en la medida de lo posible en este nivel, la forma en que se producen y aceptan conocimientos científicos, por lo

que una reflexión sobre las diferencias entre esta forma de actuar y la cotidiana puede servirnos para elegir mejor qué vamos a estudiar.



### A.1. Mencionad diferencias importantes entre la forma en que se producen y aceptan como válidas las ideas en la ciencia y en la vida cotidiana.



Lo que hemos hecho en el tema anterior nos suministra una buena fuente de diferencias entre una y otra forma de aceptar ideas. No es habitual, por ejemplo, que en la vida cotidiana las ideas se consideren como hipótesis, como tentativas para avanzar en la solución de una situación problemática que se ha formulado de modo preciso y operativo, suponiendo condiciones ideales. Ni que se pongan a prueba las ideas, mediante procesos cuidadosamente diseñados que conlleven la realización de experimentos en situaciones controladas y cercanas a las ideales. Ni que se comuniquen las ideas, tras un laborioso proceso de comprobación, a los demás para que puedan analizarlas de nuevo y confirmar su validez.

Y ello no quiere decir que el modo cotidiano de producir conocimientos sea erróneo o inútil, sino que el contexto científico y el cotidiano son diferentes. Una forma de expresarse, de comunicar o convencer a otros de nuestras ideas, puede ser perfectamente válida en uno de estos contextos, pero no en el otro. No se trata, pues, de que utilicéis una forma de producir y aceptar ideas cercana a la científica cuando estéis con vuestros amigos o familiares en situaciones cotidianas (¡imaginad lo que pasaría!). Pero, si queremos comprender, apropiarnos, de las ideas científicas, sí que es necesario que utilicemos la forma de pensar apropiada en el contexto científico. Forma de pensar sobre la que es necesario profundizar un poco más.



### A.2. Expresad, con vuestras propias palabras, las ideas más importantes del texto siguiente, y, después comentadlas con vuestro profesor o vuestra profesora.

*Además de las diferencias que hayan podido surgir después de la realización del trabajo sobre el péndulo, existen otras, muy importantes, que no pueden apreciarse en la realización de una investigación tan aislada como la que hemos realizado. Así, es necesario tener presen-*

te, que la aceptación por la comunidad científica de los resultados de una investigación sólo se producen si no entran en contradicción con otros conocimientos existentes (si lo hacen, queda un problema pendiente). Es decir, no se acepta una idea, aunque pueda explicar un problema muy concreto, si es contradictoria con otras ideas que explicaban otros problemas. Es lo que los científicos llaman «búsqueda de coherencia global».

Por otro lado, un criterio muy importante en la Ciencia para decidir si una teoría es mejor que otra es la universalidad: siempre se avanza hacia el menor número de suposiciones, de hipótesis, necesarias para solucionar los problemas planteados. Se considera un gran avance cuando se construye una idea que puede explicar lo que antes era explicado por varias. Esta búsqueda de explicaciones cada vez más universales, de concepciones unitarias sobre la Naturaleza, es una característica del trabajo científico a lo largo de la historia de la Ciencia.

Ya podéis imaginar, no obstante, lo difícil que es avanzar en este sentido. Lo que aparece como evidente ante nuestros ojos no es, precisamente, la unidad de la Naturaleza, sino ¡todo lo contrario!: vemos personas, rocas, imanes, árboles, coches, edificios, el mar, el Sol, la Luna, animales variados, objetos de plástico, de hierro, de aluminio... ¿Puede alguien pensar que todas estas cosas y seres tengan algo en común?, ¿que existan ideas aplicables a toda la inmensa variedad que forma la Naturaleza?, ¿que pueda explicarse la enorme variedad de propiedades, organismos, comportamientos, movimientos... a partir de unas pocas hipótesis?

Pues en ese sentido vamos a intentar avanzar en este curso, centrando nuestro interés en la enorme variedad de materiales («todas las cosas que nos rodean y nosotros mismos») que se encuentran en la Naturaleza. De manera casi inmediata, lo que nos indica el «sentido común» es que no tiene nada que ver un sólido con un líquido o con un gas; o un metal (como el cobre, hierro, plata, aluminio...) con un trozo de roca. Sin embargo, ya en tiempos tan remotos como en el año 400 a. C., había pensadores, como Demócrito, que ponían en cuestión lo obvio, lo evidente. Así, Demócrito no sólo se fijó en la enorme variedad de materiales, sino también en que había cambios o transformaciones de unos materiales en otros (por ejemplo: al calentar trozos de una

4 La búsqueda de propiedades comunes  
EN UN MUNDO DIVERSO  
PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA



«Como todos los planetas, y todos los cometas tienen un núcleo de hidrógeno helio y los electrones, todos los átomos poseen la misma diversidad de propiedades, desde la luz, el sonido, algunas propiedades mecánicas a todos ellos. Por tanto, si encontramos propiedades que pertenecen a todos los objetos que nos rodean y a nosotros mismos —un ejemplo típico del nivel de que está hecho un objeto, o de que nos rodea, o de que nos rodea— podemos pensar en ellas como a propiedades comunes. El objetivo de esta lección es el problema de que nos vamos a encontrar en el libro, de encontrar a un ejemplo de un ejemplo de la realidad, es decir, propiedades que pertenecen a todos los objetos. Así, descubrimos el problema y podemos encontrar un ejemplo de un ejemplo, como que se discute en el libro».

«A la hora de estudiar los objetos, descubrimos a veces que algunos objetos tienen propiedades que pertenecen a todos ellos».

**5 ESTRUCTURA CORPUSCULAR de la MATERIA**



Al pensar del curso plurisecular: la presente ¿cómo ha  
 come que viene a mucha aliter de una misma variedad  
 de propiedad y comportamiento con diferentes de los  
 los, por el cambio, existe algo común a todos ellos que puede  
 explicar esta variedad de propiedades y comportamientos, desde  
 la propiedad de los gases hasta la de los sólidos y líquidos.

En el curso de la historia de la ciencia se ha visto que, como  
 ejemplo, los científicos al tratar de la estructura de la  
 Física y la Química. En el curso de la historia de la ciencia se ha visto  
 transformaciones de propiedades de los diferentes materiales. Antes  
 después de haber estado a buscar propiedades comunes a todos  
 ellos. Como resultado de ese trabajo, sabemos que los sólidos y  
 líquidos son materiales, por lo que, una propiedad por los gases  
 puede ser común a todos ellos. En el curso de la historia de la ciencia  
 se ha visto en algunos casos ser muy diferentes los materiales que  
 se les llama y sólidos, la materia, aparentemente común, entre  
 sólidos y líquidos, por una parte, y gases, por otra, que aparecen  
 como muy diferentes en sus propiedades, pero que, en realidad, son  
 de la misma, de la misma, materia.

**6 OTRA PROPIEDAD GENERAL de la MATERIA: LA CARGA ELÉCTRICA**



En esta sección vamos a estudiar una nueva propiedad de los  
 materiales, en estos casos de los materiales de la materia,  
 que tiene propiedades de comportamiento comunes. Se ha  
 visto la propiedad que presentan algunos tipos de átomos y por  
 tanto, los gases, líquidos, etc., después de ser tratados  
 mediante procedimientos en el curso de la historia de la ciencia,  
 que aparecen en la base de los cambios de la materia,  
 la electricidad, cuando se les ha tratado con el curso  
 de la historia de la ciencia.

La electricidad surge como una propiedad de los materiales  
 que surge de la combinación de la estructura, de la materia,  
 de los átomos, de los electrones, de los protones, de los  
 neutrones, de los quarks, de los leptones, de los mesones,  
 de los bosones, de los fermiones. Todo ello de una forma  
 que se ha visto en el curso de la historia de la ciencia.  
 La electricidad surge, por lo que, una propiedad por los gases,  
 puede ser común a todos ellos.

Los ejemplos de la historia de la ciencia se refieren a la  
 electricidad, cuando se ven que algunos materiales  
 son, como el cobre o el hierro, que son buenos conductores  
 de la electricidad, y otros, como el plástico, que son malos  
 conductores de la electricidad.

roca azul se obtiene cobre, de propiedades muy distintas; al quemarse, el papel o la madera se transforman en cenizas y humo; al calentar el hielo se convierte en agua, y al enfriarse ésta, se convierte en hielo...), lo que para él significaba que, a pesar de lo observable, todas las cosas debían estar formadas «por dentro» del mismo modo; es decir, que debía existir una estructura común a todas las cosas, lo que explicaría que unas se pudieran convertir en otras.

Pero, para que esta idea pasara de ser una intuición o creencia a ser una teoría científica aceptada, tuvieron que pasar más de 2.200 años. Fue necesario derribar muchas «barreras» para llegar a establecer una estructura de los materiales, que, siendo común a todos, explicara su enorme variedad y los cambios de unos en otros. La comprensión de dicha estructura está en la base de gran parte de los logros de la Física, la Química y la Biología en el siglo XX.

Vamos a enfrentarnos, en este curso, pues, a ese dilema diversidad/unidad, abordando un problema eterno y fundamental en la Ciencia: ¿todas las cosas que vemos a nuestro alrededor –de una enorme variedad de propiedades– son intrínsecamente distintas; o, por el contrario, existe algo común a todas que, al mismo tiempo, pueda explicar su diversidad?

La solución científica a esta gran pregunta requiere, no obstante, plantear problemas más concretos que sean más fácilmente abordables y que permitan, por tanto, avanzar.

Así, no parece lógico tratar de encontrar una estructura común a todos los materiales (sólidos, líquidos y gases de todo tipo), si antes no se han encontrado algunas propiedades comunes a todos ellos. Por tanto, una cuestión previa es:

- ✓ ¿existen algunas propiedades que sean comunes a todos los materiales, independientemente de que se trate de sólidos, líquidos o gases de cualquier tipo?

Si encontráramos propiedades generales comunes a todos los materiales, tendría sentido, entonces, ir más allá y preguntarse:

- ✓ ¿si hay propiedades generales, comunes, a todas las cosas, existe una estructura común a todas ellas?

Y, en caso de que existiera dicha estructura común,

- ✓ ¿cómo se explica, entonces, la diversidad de sustancias y los cambios o transformaciones que ocurren en la Naturaleza, es decir, *la diversidad y el cambio*?

En resumen: ¿es posible encontrar una estructura común a todas las sustancias que, al mismo tiempo, pueda explicar su enorme variedad y los cambios que ocurren a nuestro alrededor (cambios de estado: sólido/ líquido/ gas; desaparición y aparición de sustancias: lo que sucede cuando se quema un papel, se fríe un huevo o se echa cinc en ácido clorhídrico)?

Joaquín Martínez Torregrosa



A.3. Puesto que, a lo largo del curso, haremos numerosas referencias al texto anterior, conviene que lo leáis detenidamente y expreséis, con vuestras propias palabras, a cuál o cuáles problemas vamos a intentar dar solución.

Como veis, no es extraño que Einstein calificara a la Física como «una aventura del pensamiento». Y nuestra propuesta es que nos adentremos en esa aventura, en esa búsqueda de concepciones universales de la Naturaleza, en la investigación de «la estructura de todas las cosas». Empezaremos por buscar propiedades comunes, generales, de todas ellas

Estas preguntas constituyen el hilo conductor del curso —que, por ello, se llama *La búsqueda de la unidad en la Naturaleza*—, ya que los distintos temas son problemas que plantearemos para avanzar en una posible solución a los mismos. Estos temas son:

4. LA BÚSQUEDA DE PROPIEDADES COMUNES EN UN MUNDO DIVERSO: PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA. (¿Existen propiedades comunes a todos los materiales?)

5. ESTRUCTURA CORPUSCULAR DE LA MATERIA. (¿Es posible una estructura común que explique el comportamiento de los materiales?)

6. OTRA PROPIEDAD GENERAL DE LA MATERIA: LA CARGA ELÉCTRICA. *(¿Si hay una estructura común ¿por que existen gases, líquidos, sólidos, ...?)*

7. LA ESTRUCTURA DE LAS SUSTANCIAS Y LA PRODUCCIÓN DE NUEVAS SUSTANCIAS. (¿Se puede explicar el que existan tantas sustancias diferentes; y el que unas sustancias se transformen en otras distintas?)

8. PRIMERAS IDEAS SOBRE LA ESTRUCTURA INTERNA DEL ÁTOMO. (¿Cómo son las partículas «por dentro»?)

7 LA ESTRUCTURA DE LAS SUSTANCIAS Y LA PRODUCCIÓN DE NUEVAS SUSTANCIAS

Hemos planteado a lo largo del curso una serie de preguntas que constituyen el hilo conductor del curso. ¿Cuales son las propiedades comunes a todos los materiales? ¿Es posible encontrar una estructura común que explique el comportamiento de los materiales?

Responde a estas preguntas. ¿Cómo se relaciona la estructura de las sustancias con sus propiedades? ¿Cómo se relaciona la estructura de las sustancias con su producción? ¿Cómo se relaciona la estructura de las sustancias con su transformación?

Responde a estas preguntas. ¿Cómo se relaciona la estructura de las sustancias con sus propiedades? ¿Cómo se relaciona la estructura de las sustancias con su producción? ¿Cómo se relaciona la estructura de las sustancias con su transformación?

125

8 PRIMERAS IDEAS SOBRE LA ESTRUCTURA DE LOS ÁTOMOS  
(¿CÓMO SON LOS ÁTOMOS POR DENTRO?)



En nuestra búsqueda de una estructura capaz de explicar los experimentos, hemos llegado a la estructura de átomos, de partículas diminutas pero más o menos de las dimensiones del átomo ordinario. Pero antes de haber alcanzado esta solución, hemos pasado por un camino de ideas equivocadas. En un momento, se pensó que los electrones se movían en órbitas circulares, como si fueran planetas orbitando al sol. Pero se descubrió que esto no podía ser una estructura atómica, ya que se requería que los electrones de igual tamaño se movieran en órbitas de igual tamaño, lo que implicaba que los electrones de igual tamaño se movieran a diferentes velocidades, lo que implicaba que los electrones de igual tamaño se movieran a diferentes velocidades, lo que implicaba que los electrones de igual tamaño se movieran a diferentes velocidades.

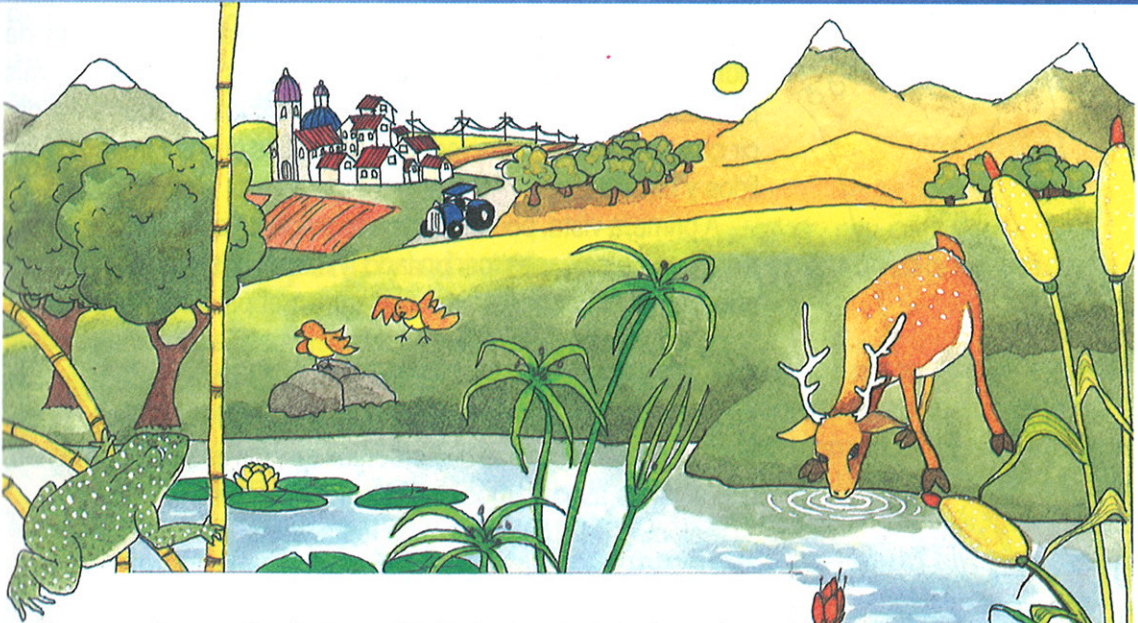
16

A lo largo del tratamiento de estos temas surgirán, sin duda, problemas que no podremos resolver definitivamente. Es decir, quedarán problemas abiertos. Ello no será indicador de un esfuerzo inútil o erróneo; por el contrario —como muestra la Historia de la Ciencia—, plantear problemas es un primer y gran paso hacia su solución.

Cuando lleguemos a esas preguntas sin respuesta disponible, a esos problemas abiertos, habrá que resaltarlos adecuadamente, puesto que en este curso o en otros posteriores tendrán que ser estudiados en la marcha hacia una concepción unitaria y coherente de la Naturaleza.

Os proponemos, pues, que os impliqueis en una tarea abierta y creativa en la que, en unas ocasiones, el camino será claro, y en otras, en cambio, será costoso avanzar. Se tratará, sin embargo, en todos los casos, de un trabajo apasionante, de una «aventura del pensamiento» cuya influencia en la evolución de la Humanidad no dejaremos de resaltar.

# 4 LA BÚSQUEDA DE PROPIEDADES COMUNES EN UN MUNDO DIVERSO: PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA.



Como acabamos de plantear, si todas las cosas estuvieran formadas de la misma manera (si su estructura interna fuera la misma), pese a la enorme diversidad de propiedades, debería haber, al menos, algunas propiedades comunes a todas ellas. Por tanto, si encontramos propiedades que sean comunes a todos los objetos que nos rodean y a nosotros mismos —independientemente del material de que esté hecho un objeto, o de que sea sólido, líquido o gaseoso— daremos un primer e importante paso en nuestra búsqueda de una estructura universal de todas las cosas.

El objetivo de este tema, el problema al que nos vamos a enfrentar, es, por tanto, *determinar si existen propiedades generales de la materia*, es decir, propiedades que necesariamente posea cualquier objeto. A fin de precisar más el problema y planificar una posible estrategia para avanzar en su solución, conviene que advirtamos su dificultad.



**A.1.** Nombrad objetos, materiales o sustancias que parezcan muy diferentes. Posteriormente, pensad propiedades que puedan ser comunes a todos ellos.