

# DIFERENCIACION GRADUAL O ESPECIFICA EN LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA

## JUICIO CRITICO A LA LUZ DE LA CIENCIA

ARSENIO LOPEZ

### 1. Hilemorfismo filosófico

Por hilemorfismo, entendemos el sistema filosófico que resuelve el problema de la esencia metafísica del ente móvil. En efecto, en el ente material podemos considerar su doble esencia, la física y la metafísica. La esencia física viene determinada por una doble realidad física: materia y energía, y su estructuración. Cada ente material está determinado en sus últimos elementos constitutivos por una serie de partículas elementales dotadas de energía y una especial distribución de ellas en el edificio atómico. Los átomos entre sí a su vez se unen y estructuran de manera determinada en cada tipo de materia, de cuya disposición y orden depende en gran manera todo el comportamiento en concreto de cada ente material. La esencia metafísica es aquella, en virtud de la cual el ente material se hace inteligible y racional en sí mismo y en su comportamiento en virtud de un doble principio intrínseco que llamamos materia prima y forma sustancial.

Así como los elementos constitutivos de la esencia física, y sobre todo su estructura, son diferentes en los diferentes entes particulares y es necesario conocerlos y determinarlos en cada caso concreto, en la esencia metafísica, sus elementos constitutivos, tienen carácter de universalidad y necesidad y basta captar o comprender su naturaleza y el papel que desempeñan para hacer así inteligible y racional al ser material y sus manifestaciones todas.

Este sistema, aunque tiene su origen en la filosofía griega anterior a Aristóteles, donde los términos de materia y forma ya estaban plenamente consagrados, en el problema de explicar el ente material, sin embargo,

se debe a Aristóteles su elaboración y aplicación al ente móvil, como una derivación o proyección de los principios generalísimos de potencia y acto de su Filosofía Primera.

Aristóteles afirma frente a Parménides y Heráclito que la realidad ni es un puro fieri y devenir sin sustrato o permanencia a través de esa movilidad, ni es tampoco totalmente inmutable, sino que en el cosmos, la realidad tiene permanencia, unidad, y a la vez cambio y mutación, y esto le sucede al ente material en virtud de su propia esencia.

No olvidemos que más que el qué de las cosas a Aristóteles le preocupó en un principio el por qué, aunque la respuesta a ese por qué sea un qué sean las cosas de las que él inquiere el por qué. Siempre le preocupó, como a todos sus antecesores y contemporáneos, explicarse el movimiento, el cambio, la mutabilidad observada en la propia Naturaleza, mutabilidad y cambio que provenían, en muchos casos no ab extrínseco, sino ab intrínseco, de ahí que sea el único filósofo que nos ha legado un estudio perfecto del movimiento en sentido metafísico, al aplicarle los principios generalísimos de su Filosofía Primera, acto y potencia. De ahí que Aristóteles concluya que la esencia del ente material no es simple sino compuesta, ya que en determinadas transformaciones o cambios que él observa en la Naturaleza y que llama sustanciales, es necesario que algo sustancial permanezca y algo también sustancial desaparezca.

Pero Aristóteles tiene delante otro hecho de experiencia y es la unidad radical de ser y de obrar que observa en los entes naturales, de forma que consagra el principio del *operari sequitur esse*, unidad radical de operación, hecho de experiencia, tiene que exigir también unidad radical de ser. ¿Cómo compaginar, pues, la unidad radical de ser con la duplicidad constitutiva de esencia impuesta por el cambio sustancial?

Esta fue una de las razones por las que Aristóteles rechazará el atomismo y no concederá la categoría de sustancia al arte-factum.

No cabe otra solución más que la gran intuición del estagirita: los principios esenciales tienen que ser algo incompleto, han de ser coprincipios de ser y no principios, de tal manera que ninguno de ellos pueda tener existencia *quod* sino que ésta les ha de corresponder como *ut quo*. Estos dos coprincipios de ser son materia prima y forma sustancial. Así ya podemos dar una definición más completa del hilemorfismo diciendo que es el sistema que afirma que el ente material está esencialmente compuesto de un doble principio sustancial, uno potencial y pasivo: materia prima, y otro actual y determinativo: forma sustancial.

El sistema hilemórfico pues, se apoya como en sus pilares fundamentales en dos fundamentos: Uno motivado por la observación y la experiencia y el otro constituido por la teoría del acto y la potencia. El uno es el funda-

mento empírico, lo da la experiencia, la simple observación del ente material en la naturaleza y su manera de comportarse; el otro, es de naturaleza metafísica y constituye uno de los principios más esenciales de la Filosofía Primera de Aristóteles.

### Análisis del hecho de experiencia

En el Cosmos observamos que el ente material goza de unidad sustancial, como lo revela el hecho de su unidad de operación, aunque aparezca como un ser compuesto, sin embargo su operación es una y ésto exige también unidad de ser, pero a la vez también es objeto de experiencia la mutabilidad y el cambio, al menos en cuanto que el ente material está sujeto a formar parte del continuo espacio-temporal.

Ahora bien, el cambio y la mutabilidad por su propia naturaleza, exigen un sujeto que es precisamente el que cambia o se mueve y además que el estado o el ser de ese sujeto, según que el cambio sea sustancial o accidental, sea distinto después de efectuado el cambio, lo cual supone dos cosas: 1.<sup>a</sup>) Que algo haya desaparecido en este proceso y 2.<sup>a</sup>) algo nuevo haya aparecido. En efecto, si hay cambio, el ente material, no puede ser idéntico antes y después del cambio, de lo contrario no habría existido cambio. Ahora bien, no puede ser totalmente distinto después del cambio a lo que era antes, porque en ese caso no habría habido tal cambio, sino que el ente habría desaparecido, anihilación, y habría aparecido otro de nuevo, creación. El cambio, lo exige su propia naturaleza, ha de producirse «en» un sujeto y para que podamos hablar de que tal o cual cosa ha cambiado, tenemos que ver que en lo que tenemos después del cambio, se reconoce o refleja o permanece y continúa algo de lo que teníamos antes, es decir, el cambio exige un nuevo elemento además de algo que desaparece y algo que aparece de nuevo, tiene que haber algo también que permanezca a través de dicho proceso, un sujeto «in quo» se realice dicho cambio.

Así, cuando tengo un tronco de árbol, cilíndrico, con tales y tales dimensiones, ese es el sujeto que voy a someter a cambio; lo coge el artista, lo modela y produce una estatua. El que ha cambiado es el tronco, que antes era un cilindro de madera y ahora es una estatua determinada, pero no ha desaparecido totalmente el tronco y ha aparecido una estatua, se habría dado la anihilación del tronco y la creación de la estatua, lo que ha sucedido es que algo del tronco ha desaparecido, ¿qué? su figura de cilindro; y algo nuevo ha aparecido, ¿qué? la figura de la estatua, pero algo también ha permanecido a través del proceso y es la madera de que estaba hecho el tronco.

Análogamente, si someto un papel a la acción del fuego, obtengo ceniza. Lo que ha cambiado es el papel, pero no ha desaparecido totalmente ni la ceniza ha aparecido totalmente de nuevo, sería también anihilación del uno y creación del otro; lo que ha ocurrido ha sido lo siguiente: ha desaparecido la estructura atómica del papel y ha aparecido la estructuración atómica de la ceniza, pero en todo el proceso hay algo que ha permanecido y son los componentes materiales del papel: sus átomos con sus protones, neutrones, electrones, etc., que en virtud del fuego se han roto sus estructuras para combinarse ahora de nuevo con el oxígeno del aire y estructurarse de otra forma muy distinta que es la que da origen a que aquello que aparece ahora sea ceniza y no papel.

No olvidemos que en la Química actual el problema de los compuestos es, sobre todo, la estructura de sus átomos o moléculas y que existen compuestos diferentes que tienen en su composición los mismos elementos, solamente la distinta manera de estructurarse, el distinto tipo de enlace entre ellos es lo que determina que el resultado sean dos seres distintos.

Siguiendo el razonamiento hilemórfico, lo que permanece a través del proceso del cambio, debe ser algo potencial y pasivo, pues es algo capaz de recibir las más variadas formas, la madera del tronco o de la estatua, todavía puede transformarse en otras muchas figuras, y los átomos del papel o la ceniza todavía admiten otros muchos tipos de estructura o enlace y dar así origen a entes diferentes, de ahí la afirmación de que lo que permanece a través del cambio tenga que gozar de esa propiedad de pasividad, indeterminación o potencialidad. Es lo que Aristóteles denomina materia prima. En cambio, lo que desaparece en el proceso y lo que aparece de nuevo, necesariamente debe ser algo actual, algo determinado, como era la forma cónica del árbol y la figura de tal o cual estatua, o en el caso del papel, la estructura atómica de éste o la nueva de la ceniza. A este elemento o principio que aparece y desaparece es lo que Aristóteles llama forma sustancial.

Ahora bien, todo ente material, como hemos dicho, goza de una verdadera unidad sustancial, aparece no como un mero agregado accidental sino con una verdadera unidad, de ahí que esos dos elementos esenciales constitutivos de su esencia, no tengan más remedio que ser en la teoría hilemórfica, sustancias incompletas, coprincipios de ser que se completan y unen entre sí para formar el *tertium quid* distinto de ellas mismas. Materia prima y forma sustancial, pues, son dos coprincipios de ser a los que no les corresponde ser sujetos *quod* de existencia, ésto sólo le corresponde al *tertium quid* resultante, sino que la existencia les corresponde como *ut quo*, existen en virtud de la existencia del compuesto que definen y determinan.

En concreto, pues, a la materia prima se le reserva el papel de hacer de

principio potencial y permanente a través de todo cambio y a la forma en cambio, el de actuar y especificar o determinar a la materia prima para que sea ésto o aquello.

De modo que precisamente el cambio y la mutabilidad, como dato de experiencia, y sobre todo la mutabilidad que implica cambio de esencia, llamado sustancial, es lo que Aristóteles tiene delante a la hora de proponer su teoría hilemórfica como solución única y universal.

Ante el hecho, pues, de un cambio sustancial la teoría hilemórfica es su única solución. De ahí dos cosas: a) Si existen los cambios sustanciales, necesariamente hemos de admitir el hilemorfismo como único sistema que hace racional y posible el hecho de todos los cambios.

b) Si no existen esos cambios sustanciales en el Cosmos, hay que rechazar el hilemorfismo como sistema inútil propuesto para explicar algo que de hecho no existe.

Pero antes de pasar a analizar esta cuestión, hagamos algunas observaciones:

1) Aunque es cierto que Aristóteles y gran parte de los filósofos posteriores distinguen entre cuerpos naturales y artificiales, para aplicar la teoría hilemórfica solamente a aquellos y dejar los arte-facta fuera del campo de aplicación hilemórfica, nosotros afirmamos que eso es erróneo y procede de una mala interpretación de Aristóteles, de los arte-facta y de un desconocimiento de la Químico-Física por parte de los que siguen en esto el proceder aristotélico.

En efecto, para Aristóteles, solamente en realidad tienen categoría de entes, los naturales, los que están determinados o en los que es posible la generación y corrupción. En cambio, las cosas artificiales, no tienen categoría de entes, no tienen esencia, pues si pudiéramos o se nos ocurriera un buen día sembrar mesas por ejemplo, no nacerían mesas, sino arbolitos propios de la especie del árbol con que se hizo la mesa. Aristóteles, contrapone efectivamente naturaleza y técnica y esta contraposición, para expresar dos principios distintos y contrapuestos de donde proceden las cosas es correcta y acertada, en un caso, el principio de donde proceden es intrínseco a las cosas, en el otro, es algo extrínseco a las mismas; lo que no consideramos correcto y acertado es contraponer también los entes que resultan en uno y otro caso de estos dos principios distintos, en cuanto a su entidad, dando a unos la categoría de sustancia y negándosela a otros. Y ésto por dos razones:

a) Aristóteles desconoció, pero no sus actuales comentaristas, la τέχνη de nuestros días, que es capaz de producir muchos de los mismos entes que produce la Naturaleza, aunque sea por caminos distintos. Hoy en el labo-

ratorio se sintetizan muchísimos productos tanto inorgánicos, como orgánicos, se sintetizan incluso partículas elementales idénticas a las que ofrece el inmenso laboratorio que es el Cosmos, y no dudamos en admitir, que aunque lejano, sea posible un día sintetizar la misma materia viva, y eso no podía ni sospecharlo Aristóteles.

b) Los arte-facta, aunque sean procudidos por un principio extrínseco, también son sustancias, también tienen una esencia, nadie podrá negar que una mesa, por ejemplo, tiene su esencia y además que goza de una unidad sustancial, aun en medio de su aparente agregación accidental. Quizás si Aristóteles hubiera sabido que sus entes naturales también estaban constituidos por partículas en acto que se estructuran para formarlos, como lo hacen las tablas y los clavos en la mesa, quizás no se le hubiera ocurrido tal distinción.

2) También se suelen excluir de la teoría hilemórfica los entes que constituyen el mundo biótico, es decir, los seres vivos; la razón es la siguiente: las formas de los seres vivos y muertos son muy distintas. En un caso, en los seres muertos, son materiales y proceden de la materia en virtud de la causa eficiente, en cambio, las formas de los seres vivos, no son materiales ni tampoco proceden de la materia, sino que vienen de fuera, porque tanto la vida en unos casos, como el alma racional en el hombre, son irreductibles a la materia.

Nosotros no excluimos tampoco a los seres vivos de la teoría hilemórfica, aunque ofrezca muchas más dificultades, por dos razones:

a) Porque son entes materiales a los que puede perfectamente aplicársele dicha teoría como a todo ente móvil.

b) Porque, en el estado actual de la ciencia, ya lo hemos dicho más arriba, no es ningún imposible, sino al contrario, una cosa muy posible, que el científico nos demuestre en el laboratorio que a partir de la materia es capaz de sintetizar la vida, cosa que tampoco podía ocurrírsele a Aristóteles.

Hechas estas observaciones, pasemos a analizar el hecho de los cambios sustanciales.

## 2. Existen verdaderos cambios sustanciales

Por cambio, entendemos en general, el paso del estado de una cosa a otra diferente, ahora bien, este cambio puede afectar o bien a la misma esencia de la cosa, o simplemente a alguna de sus propiedades. En un caso, tenemos lo que se ha llamado en Filosofía, cambio sustancial, y en el otro tenemos el cambio accidental.

En otras palabras, el cambio sustancial implica cambio de sustancia, es decir, lleva consigo el paso de una sustancia a otra diferente, en cambio, en el accidental, permanece inmutable la esencia y sólo cambian los accidentes. En terminología, pues, filosófica definimos: Cambio sustancial, el paso que experimenta una cosa de un modo de ser a otro modo de ser distinto. Cambio accidental, el paso que experimenta una cosa de un modo de estar o aparecer *hic et nunc* a otro modo de estar distinto.

Todo cambio sustancial exige pues, que algo sustancial permanezca después del cambio, y que algo también sustancial se corrompa y algo también sustancial se genere de nuevo a través del proceso. Algo ha de permanecer, porque de lo contrario, si permaneciera todo, no podríamos hablar de cambio y si no permaneciera nada, estaríamos en el caso de una anihilación y creación que no entran en la categoría del cambio, pues todo cambio, por ser al fin y al cabo, un movimiento, ha de tener los elementos esenciales a todo movimiento, que son: a) un móvil, b) un término *a quo* y c) un término *ad quem*, y en la anihilación no existe el término *ad quem*, porque sería la nada y esta no es nada; y en el caso de la creación, nos ocurriría igual, faltaría el término *a quo* que es la nada también por definición de creación.

Ese algo que permanece debe ser sustancial, es decir, propio de la sustancia que cambia, pues se necesita que exista sujeto de cambio y además por hipótesis de ser cambio sustancial, tendrá que ser sustancial. Y lo que se corrompe y genera de nuevo, serán también sustanciales; para que haya cambio pues, habrá de desaparecer algo y aparecer también algo, de lo contrario el cambio no existiría, y por hipótesis han de ser, lo que desaparece y aparece, sustanciales, pues de lo contrario, se produciría no un cambio sustancial sino accidental.

Lo fundamental en esta cuestión es estar de acuerdo en la terminología y en lo que a través de las expresiones queremos decir. Recordemos que la Filosofía en el ente material, distingue una doble vertiente o perspectiva: lo sustancial y lo accidental. Lo sustancial, es aquello que por así decir, representa la mismidad de la cosa a través del espacio y el tiempo en medio de su continuo devenir. La cosa sigue siendo la misma en medio del cambio y la variación natural a que está sujeta en la naturaleza.

Si tengo, por ejemplo un papel, y volvemos al papel como ejemplo más claro, y yo pregunto: ¿Qué es esto?, responderemos: papel. En virtud de una serie de propiedades que aprecio en este objeto que tengo en la mano, llego a deducir que es papel, distinto de la piedra o distinto del lápiz. Aún más, si sobre un papel trazo una línea con mi lápiz, ya no es el mismo papel que tenía anteriormente, ahora es un papel rayado lo que tengo, como si con una tijera corto una de sus partes, ya no es el mismo, ahora es un papel

más pequeño; en ambos casos ha habido un cambio, una alteración pero de tal naturaleza, que aunque ha cambiado el objeto concreto y total que tenía en un caso una cuartilla, por ejemplo, y ahora una cuartilla rayada o sin una esquina, ese cambio, esa alteración, es de tal naturaleza que no afecta para nada a la naturaleza o esencia de tal objeto, que sigue conservando las propiedades y características propias en virtud de las cuales a eso lo llamaba papel y no madera o aceite.

En cambio, ahora, a ese mismo objeto, le aplico la llama de mi encendedor, de momento puede suceder que aprecie que el papel va cambiando de color, todavía sigo denominándolo así, porque me sigue ofreciendo casi las mismas propiedades y características que antes, la alteración no ha afectado aún a su propia naturaleza o esencia; pero si sigo aplicando la llama, llega un momento en que al objeto que ahora tengo delante, ya no llamo papel, lo denomino ceniza, ¿por qué? Porque ahora me encuentro un objeto cuyas propiedades coinciden con esa realidad que llamamos ceniza. ¿Qué es lo que ha sucedido? Ha habido una alteración que ha afectado a la esencia, a la naturaleza propia del objeto, en virtud de la cual, antes era papel y ahora se me ofrece un objeto distinto cuya naturaleza, cuya esencia es lo que denominamos ceniza. En una palabra, ha existido un cambio sustancial, no accidental como en el caso del papel simplemente rayado.

Este es el proceso que la Filosofía tiene delante y ante el cual distingue los dos tipos de cambio o alteración, el accidental y el sustancial.

Insistamos aún un poco más en esto. Para la ciencia, no hay problema, sabe muy bien lo que ha sucedido en el proceso que tenemos ante la vista, en un caso, los elementos constitutivos del papel, sus átomos, sus partículas elementales, estaban estructuradas dentro de la molécula y estas entre sí de forma tal que constituían esa realidad llamada papel, en el otro caso, en virtud de la energía calorífica de la llama del encendedor, se han roto los enlaces, sus átomos se han combinado con el oxígeno del aire ambiente, se han formado nuevas agrupaciones y ha aparecido una nueva estructura de elementos que hacen brotar propiedades distintas y en definitiva han hecho que ahora tenga ceniza y no papel. Cómo llega el científico a esta afirmación? Con sus métodos propios, la experimentación y sus instrumentos de medida. Pero de esto más tarde hablaremos. ¿Cómo llega la Filosofía a sus conclusiones? En un primer paso, como la ciencia; hay un hecho de observación directa, idénticas propiedades en un caso y diversas en el otro. Y en un segundo paso, aplicando un principio filosófico «operari sequitur esse», el obrar sigue al ser, o en otras palabras, las propiedades dimanar del ser o naturaleza de las cosas. Entonces a los mismos «operari» siguen los mismos seres y además a diversos «operari» siguen también diversos seres; o lo que es lo mismo, propiedades idénticas exigen el mismo ser y pro-



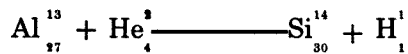
propiedades diversas exigen seres diversos también; ahora bien, la Filosofía arguye y concluye en virtud de ese principio: «Propiedades específicamente diversas, exigen seres también específicamente diversos». En nuestro caso, las propiedades del papel y de la ceniza las considera específicamente diversas y de ahí concluye también que son dos seres, dos sustancias específicamente diversas y de ahí en definitiva que llegue así al concepto de cambio sustancial y cambio accidental.

### 3. Valor del cambio sustancial

Admitimos la validez del razonamiento filosófico sobre la existencia del cambio sustancial por varias razones:

1) Porque nos lo demuestra la experiencia, atestiguando que en el Cosmos existen mutaciones y cambios que llevan consigo un cambio en sus propiedades específicas, exigiendo ese cambio de propiedades, un cambio también de ser y naturaleza. El problema estará pues en demostrar que efectivamente las propiedades que tenía antes y las que tiene ahora son específicamente diversas, puesto que en esta afirmación se apoya la fuerza del razonamiento.

2) Los ciento dos o ciento cuatro elementos (decimos 102 ó 104, porque en fecha muy reciente parece que han sido hallados por científicos norteamericanos los elementos 102 y 103, aunque no esté científicamente aún comprobado) de la tabla del sistema periódico son elementos simples y específicamente diversos entre sí. Además está demostrado científica y experimentalmente que se pueden cambiar unos en otros, v. gr., el caso del aluminio que al bombardearlo con partículas « $\alpha$ », emite un protón y se transforma en silicio según la siguiente reacción:



Ante esto pues, hay que afirmar el cambio sustancial, porque son elementos simples específicamente diversos y se cambian los unos en los otros.

Se ha querido negar validez a los razonamientos que hace la Filosofía y ésto por varios motivos; unas veces, porque apoyándose en la ciencia, llegan a la conclusión de que no existen tales cambios sustanciales, pues lo único que existe es un cambio de estructura de los mismos componentes, es decir, los mismos átomos unas veces se unen de una manera y otras de otra distinta, dando así lugar a seres diferentes, pero no sustancialmente diferentes, porque la diferencia es debida exclusivamente a un cambio de estructura y eso es accidental.

Quienes así opinan no caen en la cuenta de que además de esos elementos primordiales que constituyen tal o cual cuerpo, existe el problema de su agrupación o estructura que es tan fundamental y característico al ser como su propia esencia. Así, por ejemplo, en el caso de los Cianuros, ni el Carbono ni el Nitrógeno en manera alguna son venenosos ni tienen el poder mortífero que tienen los Cianuros, al contrario, son elementos imprescindibles para la vida y sin embargo al unirse o al juntarse forman esa resultante que ya posee tales propiedades nocivas.

Otras veces, los ataques provienen de la negación de propiedades específicamente diversas en los entes materiales. Recuérdese la prueba o el proceso por el que la Filosofía llega a establecer el hecho y la afirmación de los cambios sustanciales; en la Naturaleza se observan transformaciones en las que el ser que se transforma o cambia, aparece con propiedades específicamente diversas, ahora bien, como el obrar sigue al ser, dice la Filosofía, eso implica que estamos ante una transformación sustancial. Luego la dificultad radica en determinar y esclarecer si de hecho las propiedades que ahora aparecen después del cambio, son o no específicamente diversas de las que el ser presentaba antes de estar sometido al proceso de mutación.

Hay quienes opinan que las propiedades no son más que gradualmente diferentes y que toda la materia, sea de uno u otro cuerpo, tiene siempre las mismas propiedades con la única diferencia de grado; en efecto, todo cuerpo es más o menos duro, más o menos elástico, más o menos pesado, etc. etc., luego nunca podemos hablar de propiedades específicamente diversas.

¿Qué opinamos sobre el particular? 1) Que hay que definir y distinguir bien las propiedades, y 2) Acudir a la ciencia para ver cómo élla misma no solamente no niega la existencia de propiedades específicamente diversas, sino que su existencia es la base de toda la Químico-Física.

### **Qué son las propiedades**

Entendemos por tales, aquellas maneras de manifestarse que tienen los seres en virtud de las cuales, los perciben nuestros sentidos. Ahora bien, nuestros sentidos pueden percibir por sí solos determinadas propiedades y son incapaces de percibir otras muchas sin el auxilio de perfectos instrumentos. Así, nuestro sentido de la vista percibe directamente el color de un determinado objeto y decimos cómo es, lo que no puede percibir nunca sin valiosos instrumentos, es la vibración molecular y atómica que en ese objeto se está produciendo y que es la responsable de que al incidir la luz policromática del sol, por ejemplo, sobre tal objeto, éste deje pasar todos los

rayos de distinta longitud de onda de que se compone la luz solar, que hace que nuestro sentido de la vista vea aquel objeto como opaco o por el contrario, que no deje pasar ninguno de esos rayos y los refleje todos al incidir la luz sobre él y será la causa de que percibamos tal objeto como transparente o blanco, o bien que deje pasar rayos de determinada longitud de onda y nos refleje los otros y entonces hace que nosotros veamos el cuerpo del color complementario al rayo que ha sido absorbido por dicho cuerpo.

La Filosofía, siguiendo la tradición griega, cuyo único instrumento de observación eran los sentidos, sin ayuda alguna de instrumentos científicos, nos habla de las cualidades sensibles que tienen los cuerpos y las distribuye según lo que cree son nuestros órganos sensoriales, los célebres cinco sentidos, pero ha desconocido siempre todas esas otras propiedades que ofrece la materia y que no pueden ser percibidas sino a través de instrumentos científicos. Estas propiedades son las llamadas físico-químicas y de las que dependen esencialmente las llamadas en Filosofía cualidades sensibles. Así por ejemplo, el que un cuerpo sea de tal o cual color está dependiendo de otra propiedad físico-química de la materia de que dicho cuerpo está constituido y es de su constitución atómica y de su estructura, y redes cristalinas que sus elementos constitutivos forman, en este caso concreto, pues es lo que hace que tal cuerpo al ser iluminado, absorba toda la luz, la refleje toda, o absorba una parte y refleje otra.

Ahora bien, ¿todas estas propiedades son específicas o no? Por específicas entendemos que sean propias y características de un cuerpo determinado y no de otro y nótese bien que pueden ser propias y características en dos sentidos diferentes:

1) Porque sean exclusivas de un determinado ser y no de otro, v. gr., que el magnetismo, por ejemplo, lo tuviera un determinado cuerpo y ninguno más de los conocidos por el hombre. En este sentido no hay propiedades características ni propias, la ciencia demuestra que todos los cuerpos tienen las mismas propiedades, las diferencias de unos a otros son solamente graduales o cuantitativas, al fin y al cabo, todos los cuerpos constan de la misma materia estructurada por los mismos elementos fundamentales: protones, neutrones, etc., no distinguiéndose los cuerpos unos de otros más que en el número y estructuración de dichas piezas fundamentales en los edificios atómicos y en definitiva en la macromateria.

2) Pero las propiedades pueden ser propias y características, en cuanto que cada cuerpo las posee de un modo determinado que es propio y exclusivo suyo y que nos sirven precisamente para caracterizarlos, clasificarlos y definirlos y esto, creo, es suficiente para admitir o hablar de propiedades específicamente diversas en unos cuerpos y otros.

No es necesario acudir a los mismos principios fundamentales y básicos de la materia como son sus partículas elementales, en las que sin género alguno de duda, en las veinticinco o treinta conocidas por el científico, se encuentran propiedades características y exclusivas de cada una de ellas que no se encuentran en las demás. Así, por ejemplo, característico del protón es tener una unidad de carga eléctrica positiva, propiedad que no tiene el neutrón que carece de carga eléctrica. O si queremos ser más rigurosos aún y ponernos en la línea más avanzada de la Física actual, para la que los fenómenos de materialización y desmaterialización son ya un hecho bastante familiar y llegar a la conclusión de que los elementos últimos constitutivos de la realidad, con Luis de Broglie vienen determinados por el célebre binomio corpúsculo-onda, tendremos que afirmar que al menos en ese binomio corpúsculo-onda, materia-energía, se encuentran propiedades características de la energía que no posee la materia o viciversa.

Pero no creo sea necesario llegar hasta ahí, nos parece suficiente con la afirmación anterior de que las propiedades son específicas de unos u otros seres cuando en ellos tienen valores y grados determinados que son los que precisamente caracterizan dichos cuerpos. Y esto queremos confirmarlo con el asentimiento de la ciencia, donde parece ser quieren apoyarse quienes niegan la existencia de propiedades específicamente diversas y por consiguiente el fundamento donde la Filosofía se apoya para establecer el hecho de los cambios sustanciales y por tanto el valor del Hilemorfismo aristotélico.

### Argumentos científicos

Afirmemos en primer lugar, que la Química tiene como primer objetivo de su estudio, tratar de clasificar los distintos entes materiales existentes conocidos por el hombre y para ello, en su primer estudio trata de ver cómo se identifican o distinguen unos de otros, no en cuanto a tales cuerpos materiales ya formados y que determinan un objeto cualquiera, como fusil o candelero, no, sino en cuanto a las sustancias de que están hechos como por ejemplo acero, bronce o plata o hierro. A la Química en modo alguno le interesan, por ejemplo, propiedades accidentales como la figura externa de esos objetos o el tamaño que tienen, no, sino que le interesan las propiedades específicas, es decir, las que son propias y características de la clase de materia de que están constituidos. Ahora bien, la Química distingue dos tipos de propiedades: las físicas y las químicas. Llama propiedades físicas, aquellas que afectan de una manera directa o indirectamente nuestros sentidos y si son propias y características de un cuerpo determinado, las llama propiedades específicas, tal como el color, densidad, solubilidad,

dureza, estructura cristalina, punto de fusión, etc. Así, por ejemplo, el carbonato sódico y el carbonato cálcico se distinguen por su solubilidad; el vidrio y el diamante por su dureza, etc. Si estas propiedades tienen la particularidad de cambiar o variar en un mismo tipo de sustancia, la Química las denomina propiedades accidentales o simplemente condiciones, así, v. gr., la presión, la temperatura y otras, pueden variar en un mismo cuerpo sin que ese cuerpo deje de pertenecer al mismo tipo de sustancia; el agua fría o caliente sigue siendo agua, no así, por ejemplo, sucede con el diamante que si pierde su grado de dureza deja de ser diamante para pasar a grafito o carbono.

Por propiedades químicas entiende la propia Química, aquellas que no son sensibles que se ponen de manifiesto cuando se transforman unos cuerpos en otros; así por ejemplo, la acción corrosiva de los ácidos, la combustión del carbón, la oxidación del hierro etc. La determinación de estas propiedades químicas es el objeto principal de esa rama fundamental de la Química conocida por Análisis Químico. ¿De dónde, pues, dependen tales propiedades que la Química acepta y determina? Sabido es que la ciencia distingue perfectamente en los átomos dos zonas bien diferenciadas: núcleo y corteza. En el núcleo se encuentran entre otras partículas fundamentales: los protones y neutrones que se asocian para formar los nucleones constituidos por pares de aquellas partículas y que su lazo de unión es otra partícula elemental llamada mesón, que sirve de puente de unión entre los pares protón-neutrón y que ha dado origen a la denominación de fuerzas mesónicas para designar la naturaleza de las fuerzas de cohesión que mantienen unidas a dichas partículas en los núcleos de los átomos.

En la corteza, constituida por diversas capas o zonas que a su vez se subdividen en distintos subniveles energéticos dentro de la energía propia y característica de cada una de esas zonas, que está en función de su distancia a los núcleos, se encuentran los electrones distribuidos teniendo en cuenta los cuatro números cuánticos, el principio de exclusión de Pauli y el principio de Hum, entre otras cosas. Pues bien, de ese edificio atómico así constituido dependen las propiedades físico-químicas.

Comencemos afirmando que los elementos químicos quedan perfectamente definidos y caracterizados por dos parámetros fundamentales de los que, como vamos a ver, dependen a la vez todas las propiedades físico-químicas de los elementos como algo característico que los especifica y determina. Estos dos parámetros son: su número atómico y su peso atómico.

El número atómico designa el número de cargas eléctricas positivas del núcleo del átomo e igual al número de electrones que lo rodean y se designa con la letra Z, símbolo dado por Moseley, que al fotografiar el espectro emitido por los rayos X de los distintos elementos y medir la frecuencia de

cada una de las bandas que en él aparecen, llegó a la conclusión de que a cada elemento le corresponde un número determinado señalado por  $Z$ , según el orden y posición que el elemento ocupa en la tabla del sistema periódico, así para el Hidrógeno  $Z$  será igual a 1, para el Helio será igual a 2 y así sucesivamente.

El peso atómico expresa la masa definida de cada átomo y depende del número de partículas másicas que lo constituyen, también propio y exclusivo de cada elemento.

Cada elemento tiene isótopos, es decir, existen elementos que teniendo el mismo número de protones y electrones difieren entre sí en cuanto al número de neutrones. De aquí que existan en la ciencia dos tipos de pesos atómicos, peso atómico químico y peso atómico físico, que difieren entre sí. La razón es muy sencilla, la Química para determinar el peso atómico utiliza una mezcla de los isótopos del elemento que difieren en su número másico  $A$  unos de otros y por así decir, obtiene o mide como peso atómico una media de los pesos atómicos de todos los isótopos. En cambio la Física, determina los pesos atómicos con métodos físicos con los que puede aislar y actuar sobre cada isótopo separadamente y así obtiene un peso atómico ligeramente diferente al obtenido por la Química que con sus métodos es incapaz de separar los isótopos unos de otros.

Pero es que además existen otras muchas propiedades específicas y características de cada edificio atómico y por consiguiente de cada elemento. Sí, es cierto que todos los edificios se construyen con las mismas piedras, pero la Catedral es la Catedral y el Puente Romano es el Puente Romano con entidad propia y específica cada uno. Lo mismo sucede en los átomos, todos tienen electrones periféricos en sus órbitas elípticas, pero cada uno tiene sus características esenciales.

Así, por ejemplo, lo que ocurre con la llamada valencia, que no es otra cosa que la capacidad de combinación que tiene cada átomo y que expresa el número de átomos de hidrógeno que pueden unirse o ser sustituidos por un átomo de los respectivos elementos. Esta propiedad quedó definida en Química al determinar la estructura electrónica de los átomos y establecerse que los átomos de los elementos tienden por naturaleza a adquirir o desprenderse de sus electrones periféricos para adquirir la configuración electrónica de los gases nobles que es lo que les daba estabilidad y en definitiva lo que determinaba el enlace químico de unos elementos con otros.

Otra propiedad característica de los elementos químicos es su espectro óptico, de tal manera que en la actualidad constituye uno de los medios más seguros con que cuenta el científico para identificar los distintos elementos; cada elemento tiene su color propio y característico.

La luz del sol, por ejemplo, es policromática y a simple vista somos in-

capaces de distinguir los siete rayos de que se compone con sus diferentes longitudes de onda por la que vienen constituidos, pero si la luz la hacemos pasar a través de un prisma, se descompone en los siete colores característicos, eso es lo que se denomina espectro óptico de la luz. Si fotografiamos ese espectro, veremos que es discontinuo y que en él aparecen bandas o franjas con distintas longitudes de onda que corresponden a los siete colores fundamentales.

Los electrones giran en órbitas en torno de los núcleos y estas órbitas pueden ser estacionarias, es decir, en ellas el electrón se mueve sin ganar ni perder energía. El electrón sólo gana o pierde energía cuando cambia de órbita, pero una vez que se encuentra en esta órbita, allí permanece en estado estacionario, es decir, sin ganar o perder energía. Pero al pasar de unas órbitas a otras cede o gana energía, según vaya de una órbita más externa a otra más interna o vicversa. Para que el electrón pase de una órbita interna a otra más externa, tiene que ganar energía y esta energía puede comunicársela o bien por acción del calor o de la luz, etc. Pero cuando el electrón pasa de una órbita exterior a otra más interna, entonces devuelve energía y esta energía emitida por el electrón es siempre radiante y de esta energía se puede medir perfectamente su frecuencia, ahora bien, para cada órbita habrá una determinada energía, que es constante y diferente de la que poseen las demás órbitas y que está en función de su radio y núcleo. Esa energía emitida por el electrón en forma radiante, da un espectro propio y característico de cada elemento, pues cada elemento también tiene ya sus órbitas características y definidas. Y así podríamos seguir por otras muchas propiedades que son características de cada elemento, v. gr., su conductividad, su magnetismo, etc., propiedades todas que dependen de los electrones periféricos de manera especial de los átomos además del resto de electrones y núcleo propio.

Entonces, en definitiva, ¿qué afirmar acerca de la cuestión de si se da o no en los entes materiales verdadera diferenciación específica?

Respondemos categóricamente: existen diferenciaciones específicas, y ésto tanto si nos planteamos el problema en el terreno filosófico como si lo hacemos en el terreno físico. En efecto, veamos en el terreno filosófico qué sucede. Propiedades específicas llama la Filosofía aquellas cualidades, aquel comportamiento ofrecido por los distintos entes materiales, según el cual, la mente descubre o mejor el sentido común, que son propias y características de cada ente en particular, es decir, la Filosofía se apoya en nuestra experiencia vulgar cuando trata de dilucidar la diferencia específica entre propiedades. Así, por ejemplo, entre las propiedades que ve en el papel y luego en la ceniza, concluye que son específicamente diversas, pues, en efecto, el papel y la ceniza no se comportan de la misma manera,

uno y otro objeto ofrecen a nuestra experiencia un conjunto de manifestaciones que hace que de ninguna manera podamos identificarlos, pues todas esas propiedades, en cada caso, hacen que uno u otro objeto cumpla una funcionalidad distinta que nos impide identificarlos. ¿Es sólo gradual la diferencia, por ejemplo, entre la dureza del papel y la ceniza? Efectivamente es sólo gradual, no tiene inconveniente alguno el admitirlo la Filosofía, pero precisamente en esa diferencia de grado, pone lo específico y característico entre papel y ceniza. Porque existen otros grados de dureza diferentes tanto para el papel como para la ceniza, como un margen en el que puede moverse sin cambiar de naturaleza, pero existe un grado límite, alcanzado el cual el papel es papel y la ceniza es ceniza. Así, al aplicar la llama a un papel, pasa por distintos momentos en que ya no es el papel original, ya no tiene ni la dureza ni la cohesión que tenía antes, pero sigue siendo papel, hasta llegar a un grado, a un límite en que adquiere precisamente el de ceniza. ¿Diferencia gradual? De acuerdo, pero específica y característica de cada ente material. La Filosofía no sabe a qué es debido físicamente ese grado distinto en tal o cual propiedad, ése es quehacer de la ciencia, pero sí sabe, se lo dice la experiencia, que en tal o cual punto crítico de tal propiedad hay tal o cual cuerpo diferente.

Decir que no hay propiedades específicamente diversas es tanto como afirmar que no se dan entes sustancialmente distintos y eso es tan absurdo como decir, por ejemplo, que un sombrero no se distingue de unos guantes, porque los dos están confeccionados de la misma pieza de tela, como absurdo sería decir que no hay diferencia esencial entre Pedro y Andrés porque los dos pertenecen a la misma especie. Sería volver al inmovilismo de la Metafísica de Parménides ya suficientemente combatida por Aristóteles y otros muchos sistemas filosóficos.

La Filosofía, pues, precisamente en el grado o punto crítico que las propiedades adquieren en cada individuo, es donde pone la diferencia específica y apoyada en ella, admite la existencia de los cambios sustanciales que tienen lugar en la naturaleza, puesto que las propiedades dimanen del ser y si aquellas son específicamente diversas, diversos específicamente serán los seres que es lo que resulta en el cambio sustancial.

Y en la Ciencia, ¿qué afirmamos? Lo mismo, que también ésta admite la diferenciación específica de unos entes y otros porque tienen propiedades físico-químicas específicamente diversas. Hemos visto, que en Química se distinguen dos tipos de sustancias, unas que son simples o elementales, sus partículas, y otras que son las resultantes de la combinación de aquellas. Pues bien, aquellas, por ser simples, son específicamente diversas, no en cuanto a los parámetros que las definen como son su carga y su masa, pues aunque algunas ya se distinguen específicamente en esto, por tener unas



algo fundamental, que no tienen otras, y de lo que depende su comportamiento, como es v. gr., el caso del neutrón y el electrón, masa tienen los dos, pero uno tiene carga eléctrica negativa y el otro es neutro, o el caso del protón y el electrón, los dos tienen masa y carga eléctrica, pero ésta es de signos contrarios y de eso depende en gran manera su comportamiento; sin embargo la mayoría de ellas tienen carga y masa y sólo se diferencian en el grado de más o menos en que la poseen: ¿se diferencian entonces sólo cuantitativa o accidentalmente? Para el científico, en modo alguno; ningún científico, si se plantea el problema, dudará en afirmar que hay distinción específica entre todas esas partículas fundamentales, ni siquiera se le ocurre pensar, que puesto que tienen demostrado plenamente la desmaterialización de muchas de ellas para convertirlas en energía, esto sea un argumento para negar la diferenciación cualitativa en la Naturaleza. A lo sumo, lo que afirma o puede afirmar, es que el último elemento constitutivo de la realidad material es en definitiva la energía, desapareciendo así la distinción radical que la Filosofía y ciencia clásicas ponían entre materia y energía, pero nunca negará la diferencia específica entre las partículas fundamentales. Sabe muy bien que el grado de materialización y energético de cada una de ellas es específico y además propiedad, como nadie dudará en afirmar que de dos depósitos de agua, el que uno se llene con mil metros cúbicos, ni más ni menos, y el otro con ochocientos, es una propiedad característica y exclusiva de cada uno de ellos, aunque los dos estén contruidos con el mismo material, tengan la misma forma geométrica y estén situados en el mismo lugar.

Las sustancias compuestas resultantes de la combinación de esos elementos simples, también para la Química son cualitativamente diferentes y por tanto son propiedades específicamente diversas. En efecto, se puede hacer una división de este tipo de sustancias:

- a) Las que tienen los mismos elementos y sólo varían en su distribución y estructura.
- b) Las que tienen elementos distintos.

Las sustancias que tienen los mismos elementos y varían en su distribución también son específicamente diversas. ¿De dónde le vienen sus propiedades específicamente diversas? No por razón de sus elementos que son los mismos, no, sino por razón de su estructura diferente y eso es propio y característico de cada sustancia, pues de la distinta manera de estructurarse átomos iguales, depende también que el compuesto resultante tenga mayor o menor actividad electrónica, tenga mayor o menor energía disponible, etc.

Recordemos el caso de lo que sucede en la unión de los tres átomos químicos el de Hidrógeno, Carbono y Nitrógeno; la unión entre ellos puede realizarse de dos maneras diferentes:



La sustancia resultante en el segundo de los casos, es venenosísima, la que resulta en el primero es totalmente inofensiva. Ninguno de los tres átomos es venenoso en sí mismo, luego ninguno ha podido aportar esa propiedad al compuesto, ¿entonces de dónde viene?

Sencillamente, de la distinta estructura que forman. Véase que en el primer caso, el carbono por ejemplo, tiene satisfechas sus cuatro valencias, es decir, no le quedan electrones libres en su última capa cortical, tiende a rodearse de ocho electrones periféricos para adquirir la configuración de gas noble y adquirir así estabilidad, representados dos a dos por cada enlace señalado en la figura. En el segundo caso, vemos como al carbono le quedan dos electrones libres en su última capa periférica, pues solamente está rodeado de seis, faltándole dos para adquirir la configuración de gas noble. De la simple unión y distribución de átomos y de electrones ha surgido una propiedad que individualmente ninguno poseía; luego la estructura y disposición de elementos es propiedad también característica en la materia, aunque los elementos componentes sean los mismos. Igualmente nos diría la Química, y con mayor motivo, hay diferenciación específica cuando se trata de sustancias en que la diferencia estriba por poseer una de ellas algún elemento que no posee la otra.

#### 4. Propiedades Físico-Químicas

Veamos en concreto algunas de las propiedades físico-químicas características de los elementos o compuestos, analizando lo que nos dice la Química.

Comencemos por los diferentes estados en que puede encontrarse la materia: sólido, líquido y gaseoso. La misma materia, hoy es un hecho, puede reducirse a cualquiera de los tres estados y preguntamos: ¿son específicamente diversos cada uno de estos tres estados por los que puede pasar la materia? Tenemos que responder que no; una determinada materia que puede encontrarse en cualquiera de los tres estados es la misma, sólo existe variación en alguna de sus propiedades físico-químicas, como son, v. gr., sus puntos de fusión o ebullición, su temperatura, etc., propiedades que la misma Química, como hemos dicho, llama accidentales. Lo que ocurre es que en los diferentes estados, por los que puede pasar la materia, existe

distinto equilibrio entre las fuerzas expansivas de las moléculas y la diferente cohesión entre ellas. Así, en concreto, el estado gaseoso queda definido o clasificado en dos grandes grupos: gases ideales y gases reales. En los gases ideales, las leyes que rigen su comportamiento son muy simples cuando dos de sus propiedades son características a saber: la presión muy baja y muy alta su temperatura, pues entonces según la ley de Boyle-Mariotte, el producto de la presión por el volumen es siempre constante:  $p \cdot v = \text{cte}$ . Las variables termodinámicas en este caso son presión, volumen y temperatura. Más, si la presión permanece constante, el volumen, según la ley de Gay-Lussac, es directamente proporcional a la temperatura, y lo mismo sucede con la presión si el volumen es constante:

$$V = V_0 (1 + \alpha t)$$

$$P = P_0 (1 + \alpha t)$$

En ambos casos la ley depende de un coeficiente de dilatación  $\alpha$ , que es una constante universal e igual a  $1 : 273$  y que no depende del gas. De la combinación de esas leyes, surge la ecuación de estado del gas ideal en la que presión por volumen es igual a  $n.R.T.$ , donde  $n = \frac{gr}{P_m}$  y donde  $R$  es constante.

Otra ley característica del gas ideal o perfecto, es la Joule en la que se establece que la energía interna para cualquier gas depende sólo de la temperatura:  $\Delta U = f(t)$ .

Y con los gases reales, ¿qué sucede? Existen con respecto a los ideales tres diferencias fundamentales: 1) Que el producto  $P.V \neq n.R.T.$  2) Que incremento de energía interna es distinto de cero:  $\Delta U \neq 0$  y 3) Que en ellos no existe el número de Avogadro. En efecto, no se cumple la igualdad  $P.V. = n.R.T.$ , porque en ellos la presión es mayor que en los gases ideales, cuanto más bajas sean sus presiones tanto más se acercan a los gases ideales.

En cuanto a su energía interna, ésta depende para ellos: a) de las condiciones del gas y b) del llamado punto de Boyle; pues cada gas tiene una determinada temperatura por encima de la cual se calienta y por debajo de la cual se enfría, es decir, es exotérmico y endotérmico respectivamente y de ahí que cambie de signo su energía interna, es lo que se conoce con el nombre de temperatura de inversión. No existe tampoco Avogadro, porque los gases reales tienen más moléculas que los ideales.

El estado gaseoso, pues, lo podemos clasificar en tres tipos: gases ideales o perfectos, gases reales y gases más que perfectos como son el Hidrógeno y el Helio.

Para los gases reales, el producto  $P.V.$  es siempre menor que el producto  $P.V$  en los gases ideales y para los más que perfectos dicho producto

es mayor. A presiones pequeñas, todos los gases tienen un comportamiento análogo, y a medida que va aumentando la presión, se van diferenciando. Amagat concluyó como resultado del estudio de los gases que a temperaturas altas, los gases reales se comportan como más que perfectos. El Hidrógeno y el Helio tienen un comportamiento más que perfecto a temperaturas ordinarias y los demás necesitan temperaturas más elevadas para adquirir dicho comportamiento. La explicación de todo este comportamiento es muy sencilla; por efecto de la temperatura, se dilatan los interespacios moleculares, se debilitan las fuerzas de Van der Waals que mantienen unidas las moléculas entre sí, y entonces, al desaparecer ese tipo de fuerzas, las moléculas se repelen en lugar de atraerse; y lo mismo sucede cuando se aumenta la presión, se reducen los interespacios de las moléculas y éstas se repelen en lugar de atraerse.

¿Qué diferencia al estado líquido? Si tenemos un gas y lo licuamos, disminuye mucho su volumen y si este líquido lo solidificamos, aumenta su volumen. Así, una mol de gas, 22,4 litros, al licuarla nos da un volumen de 18 centímetros cúbicos, y este volumen aumenta al solidificar dicho líquido. Los líquidos se acercan más en su comportamiento al estado gaseoso que al estado sólido y el responder a la pregunta de porqué el líquido se comporta como gas, sigue siendo un misterio aún en nuestros días para el científico. El paso de gas a líquido supone la disminución de unas 10.000 veces su volumen. Es precisamente este estado de la materia el menos estudiado y menos esclarecido para el científico, hay muchas cuestiones sin resolver, ¿por qué siendo las fuerzas de Van der Waals casi iguales para sólidos y líquidos, los sólidos son rígidos y no lo son los líquidos? ¿Por qué si existen huecos, es decir, espacios vacíos en los líquidos, lo mismo que en los sólidos, éstos son compresibles y los líquidos no?

El estado líquido posee algunas características como son: su tensión superficial, pues en una molécula de la superficie del líquido, sus atracciones no están compensadas ya que dicha molécula está sometida a la tensión del gas ambiente y debido a esto existe una fuerza de no compensación, que provoca la llamada tensión superficial. Lo mismo ocurre, por la tendencia que tienen los líquidos a tener la mínima superficie, se explica la formación de gotas, menisco, etc. Y lo mismo podríamos explicar otras propiedades, como su viscosidad, fenómenos de disolución, etc.

¿Y el estado sólido? Este viene caracterizado por su elasticidad de forma y además por las estructuras ordenadas de sus componentes, de modo que su estado cristalino es característico y dentro de él se explican casi todas sus propiedades. Hay en los sólidos propiedades vectoriales, que son aquellas, como la dureza, color, dilatación térmica, etc., que dependen de la dirección de sus cristales, y otras llamadas específicas, que dependen no

de la dirección, sino de la totalidad del sólido como son su peso específico, calor específico, etc.

Las propiedades más características de este estado de la materia, son su rigidez y resistencia mecánica a la deformación y esto es debido a que sus componentes, átomos o iones, no pueden moverse libremente como sucede en los gases y en menor medida en los líquidos, sino que en virtud de las redes cristalinas que están constituyendo, ocupan posiciones fijas y su única libertad es un movimiento vibratorio alrededor de ese punto fijo de su red cristalina. De aquí que al calentar un sólido, por ejemplo, la energía térmica la absorbe y convierte en energía cinética de sus partículas; cuando esta energía cinética es superior a las fuerzas de cohesión de la red cristalina, estas se rompen y el sólido se funde, es decir, pasa al estado líquido.

De modo que se puede afirmar que el estado líquido es un estado intermedio entre el estado sólido y gaseoso, hoy está demostrado que se puede pasar de manera continua del estado líquido al gaseoso y el paso del estado líquido al sólido es también gradual. La diferencia fundamental que se establecía entre líquidos y sólidos, la de la anisotropía, para los sólidos, frente a la isotropía para los líquidos, hoy ha quedado desmentida, pues con el estudio de los rayos X, se comprueba, que aunque en menor escala, también los líquidos son anisótropos y por consiguiente también en ellos existen redes cristalinas.

En definitiva, hay que afirmar que los tres estados característicos de encontrarse la materia, no son estados específicamente diversos o mejor, no ofrece la materia propiedades específicamente diversas en cada uno de estos estados, dependen exclusivamente de las condiciones en que se encuentre dicha materia, de modo que cualquier cuerpo de cualquier sustancia, puede adoptar los tres estados. Las propiedades específicas y características de cada sustancia siguen siendo las mismas en cualquiera de los tres estados, a lo sumo se puede admitir una variación en cuanto a la intensidad de dichas propiedades. Así, por ejemplo, el agua puede pasar por los tres estados físicos. El agua en estado líquido, viene caracterizada por una serie de constantes fijas como son: su peso molecular, densidad, conductividad, etc. El agua a temperatura ambiente es líquida cuando en realidad por su fórmula molecular debiera ser un gas difícilmente licuable. Esto se debe a su especial estructura por puentes de hidrógeno, en que un átomo de Hidrógeno con sólo un electrón, está unido a dos átomos distintos de Oxígeno, siendo dicha unión de carácter electrostático y la unión por tanto entre sus moléculas es sólo de carácter polar. En el hielo cada átomo de Oxígeno está unido a otros cuatro átomos de Oxígeno formando una red tetraédrica a través de puentes de Hidrógeno. Al fundir el hielo, se rompen los puentes de Hidrógeno, lo que explica la mayor densidad del agua con

respecto al hielo. En el estado gaseoso la molécula de agua es esencialmente angular, con el átomo de Oxígeno en el vértice y los átomos del Hidrógeno en los extremos de los lados, formando un ángulo de  $104^{\circ}, 40'$ .

Pero en sus tres estados, el agua posee sus mismas propiedades características físicas y químicas como son todos sus procesos y formas de reacción con los distintos tipos de sustancias orgánicas e inorgánicas. No se puede pues, hablar de diferentes sustancias, sino como dice la palabra, de diferentes estados de una misma sustancia.

Por calor específico, se entiende el número de calorías necesarias para elevar un grado la temperatura de un gramo. La química sabe que el calor específico es diferente para los distintos elementos, más todavía, que no tiene un valor fijo sino que puede variar para cada elemento, con la temperatura sobre todo. Ahora bien, preguntamos, esta propiedad es característica y propia de cada elemento, o simplemente entre unos y otros elementos la única diferencia es de grado, que tampoco adquiere un valor fijo determinado en cada uno de ellos? Digamos que es propia y específica de cada uno de ellos, pues si es cierto que puede variar, con la temperatura, no es menos cierto que depende también de la masa y naturaleza de dicho cuerpo. La Termodinámica dice que los cuerpos tienen energía interna y al reaccionar la convierten en calor y lo mismo sucede con el calor, la convierten en energía interna. El calor específico viene formulado en la Química del siguiente modo:  $c = \frac{1}{m} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta T}$  donde se ve que efectivamente el calor específico depende de la temperatura, pero que también indica que depende de su masa y de su estructura, y eso ningún químico puede afirmar que no sea específico y característico de cada elemento. Luego, diferencia gradual, sí, pero ese distinto grado entre unos cuerpos y otros, viene exigido por la propia naturaleza de los mismos y eso sí es propio y específico.

Volvamos a lo ya dicho acerca de los espectros de cada sustancia para esclarecer aun más la cuestión. En efecto, en esto estamos de acuerdo, las diferencias que existen entre los diferentes espectros, son diferencias en cuanto al número, frecuencia e intensidad de las rayas que aparecen, ahora bien, ¿estas diferencias son meramente graduales o arguyen diferenciación específica de unos a otros?

Respondemos categóricamente: arguyen diferenciación específica, pues dependen en cada caso de los distintos niveles de energía entre los que salta el electrón al ser excitado por una energía externa y que son diversos en los diversos átomos, pues dependen de varios parámetros propios y característicos de cada elemento. En concreto, la energía del electrón en cada nivel depende: a) del núcleo atómico, que ejerce una fuerza atractiva sobre dichos electrones; b) del radio de la órbita en que se encuentra, ya que la

atracción o repulsión electrostática depende de la mayor o menor distancia a la que se encuentran las cargas eléctricas de signos contrarios o iguales; c) depende así mismo de la distribución de los otros electrones en las restantes órbitas del átomo; d) del número de electrones que existan en ese mismo nivel energético; e) del espín de dicho electrón, pues no es lo mismo que su giro sea un medio hacia la derecha que hacia la izquierda; f) del momento magnético de dicho electrón y del momento magnético de los restantes. Todos esos parámetros son propios y característicos de cada elemento, son precisamente los que la Química-Física ha de tener en cuenta para diferenciar unas estructuras de otras y con ellas distinguir específicamente los elementos. Decir que estas diferencias no son más que graduales no es decir nada, sería lo mismo que afirmar que dos elementos no se distinguen el uno del otro porque los dos dan espectro, en cuanto a que ambos producen un fenómeno de energía radiante que fotografiamos y que llamamos espectro, naturalmente que convienen, si eso es la causa de afirmar que no se distinguen específicamente entre sí, igualmente habría que afirmar que no se distinguen específicamente entre sí ningún ser vivo porque en cuanto a la vida, sea en un grado o en otro, todos convienen en eso y sería volver al inmovilismo parmenideano ya trasnochado hace muchos siglos.

Los espectros dependen de la constitución física y esencial de cada elemento, como hemos visto, y esa es propia y característica de cada uno. Quién arguya de otra manera, no ha roto todavía con los abstraccionismos propios de filósofos, hoy ya superados, ni cae en la cuenta de que además de la esencia metafísica o conceptual, propuesta por Aristóteles y que consiste en tomar las notas comunes de los individuos para reunirlos en un concepto abstracto que llamamos género o universal, para preguntarse después cómo se individualiza dicho concepto universal, hay otra esencia física, bastante descuidada por el Estagirita y sus comentaristas, que es la que define y determina a cada individuo concreto y particular dentro de la misma especie. Decir que Pedro y Juan no se diferencian específicamente porque ambos pertenecen al universal animal racional, puede ser cierto en el plano lógico y conceptual, pero afirmar eso en el plano real, porque entre ellos sólo hay diferencias de grado en cuanto a su animalidad o racionabilidad, es tan absurdo como afirmar que porque son graduales las diferencias de los distintos espectros, éstos no se distinguen esencialmente.

Así podríamos seguir una a una la mayor parte de las propiedades ópticas, térmicas, radioactivas, químicas, etc. que nos ofrece la materia, para ver cómo efectivamente todos los elementos poseen, podríamos afirmar, todas las mismas propiedades, pero demostrando que en cada elemento se dan en distintos grados y en ese grado preciso que adquieren en cada elemento es donde radica lo propio y específico de cada elemento.

### Conclusión

Existen, pues, propiedades específicamente diversas en los distintos entes que nos ofrece la Naturaleza, y de ahí que afirmemos que existen los tan discutidos cambios sustanciales. Pues las propiedades radican en el ser y si aquellas son específicamente diversas, diversos específicamente han de serlo también los seres que las originan.

Luego, cuando a través de un cambio que tiene lugar en la Naturaleza observamos que el ser material que cambia, lo hace de tal manera que las propiedades que posee antes y después del cambio, son específicamente diversas, podemos afirmar que la sustancia es también distinta antes y después del cambio, es decir, podemos afirmar que ha existido un cambio sustancial.

Admitida la existencia del cambio sustancial, que como queda demostrado, depende de la otra afirmación sostenida no con menos certeza, de la existencia de propiedades específicamente diversas, se demuestra con todo rigor la validez del sistema Hilemórfico, único que hace posible una explicación racional de la dinámica toda que tiene lugar en la Naturaleza y de modo especial del movimiento sustancial, en ese plano metafísico y real en el que se mueve y en el que están elaborados los coprincipios de materia prima y forma sustancial.