

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	13
TEMA 1. LOS QUÍMICOS ANTE SU HISTORIA	15
1.1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.2. LA QUÍMICA Y LA CIENCIA.....	17
1.2.1. Algunos conceptos previos.....	18
1.2.2. El método científico.....	19
1.3. LA EVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA: RASGOS GENERALES....	20
1.3.1. Orígenes y desarrollo de la química.....	20
1.3.2. Pasos en la evolución de la química.....	21
1.3.3. Evolución de la química en relación a otras ciencias	22
1.4. ORIGEN DE LA PALABRA «QUÍMICA».....	23
1.5. ESTRUCTURA DE ESTE TEXTO	24

BLOQUE TEMÁTICO I Los primeros pasos de la Química

TEMA 2. LA QUÍMICA PRIMITIVA	29
2.1. INTRODUCCIÓN.....	31
2.2. LA QUÍMICA EN LA PREHISTORIA.....	31
2.3. LA QUÍMICA EN LAS PRIMERAS CIVILIZACIONES HISTÓRICAS	33
2.4. LA QUÍMICA PRÁCTICA EN EXTREMO ORIENTE.....	34
2.5. PRIMERAS TECNOLOGÍAS: CERÁMICA, VIDRIO Y ESMALTES	35

2.6.	EL TRABAJO CON METALES: LA METALURGIA	36
2.6.1.	Uso de los metales en la Antigüedad	37
2.6.2.	Minerales y procesos químicos de la metalurgia.....	39
2.7.	PRODUCTOS QUÍMICOS SEGÚN LOS TEXTOS ANTIGUOS.	40
2.8.	REFLEXIONES FINALES	42
TEMA 3. LAS PRIMERAS TEORIZACIONES EN QUÍMICA		45
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	47
3.2.	ESTUDIO DE LA MATERIA EN LA FILOSOFÍA NATURAL GRIEGA.....	48
3.2.1.	Filósofos presocráticos.....	48
3.2.2.	Aristóteles	48
3.2.3.	Epicúreos	50
3.2.4.	Estoicos	51
3.3.	EVOLUCIÓN DE LA IDEA DE ELEMENTO.....	51
3.4.	REFLEXIONES FINALES	52
TEMA 4. LA ALQUIMIA		53
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	55
4.2.	ORÍGENES Y DESARROLLO DE LA ALQUIMIA	56
4.3.	LA ALQUIMIA CHINA	57
4.4.	LA ALQUIMIA GRIEGA.....	59
4.5.	LA ALQUIMIA ÁRABE	61
4.6.	LA ALQUIMIA EN EL OCCIDENTE CRISTIANO	63
4.7.	REFLEXIONES FINALES	65

BLOQUE TEMÁTICO II
Los pasos hacia la Ciencia

TEMA 5. LA IATROQUÍMICA O QUÍMICA MÉDICA DEL RENACIMIENTO		69
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	71
5.2.	PRIMEROS TIEMPOS DE LA QUÍMICA RENACENTISTA	72
5.3.	PARACELSO Y LA IATROQUÍMICA	73
5.3.1.	Paracelso: notas sobre su vida	73
5.3.2.	Ideas químicas de Paracelso	74
5.3.3.	Paracelso como médico	74

5.4.	DESARROLLO DE LA IATROQUÍMICA.....	75
5.4.1.	Van Helmont: el químico de lo cuantitativo y del agua ..	76
5.5.	REFLEXIONES FINALES.....	79
TEMA 6. BOYLE: EL SENTIDO QUÍMICO Y EL SENTIDO RELIGIOSO		81
6.1.	INTRODUCCIÓN.....	83
6.2.	LA TEORÍA ATÓMICA EN LOS INICIOS DEL RENACIMIENTO	83
6.3.	BOYLE: VIDA Y ACTIVIDAD CIENTÍFICA.....	84
6.3.1.	Algunos datos de su biografía.....	84
6.3.2.	Boyle y la teoría corpuscular	85
6.3.3.	Boyle y la teoría ácido-base	87
6.3.4.	Boyle y el estudio de los gases	87
6.3.5.	Boyle y la interdisciplinaridad.....	89
6.4.	OTROS CIENTÍFICOS DE ESTA ÉPOCA.....	90
6.5.	REFLEXIONES FINALES.....	90
TEMA 7. CERCA DEL CAMBIO: EL FLOGISTO Y LA QUÍMICA PNEUMÁTICA		93
7.1.	INTRODUCCIÓN.....	95
7.2.	NEWTON Y LA QUÍMICA	95
7.3.	LA TEORÍA DEL FLOGISTO.....	97
7.3.1.	Antecedentes históricos y científicos	97
7.3.2.	Stahl y la teoría del flogisto	98
7.4.	LA QUÍMICA PNEUMÁTICA.....	100
7.4.1.	Inglaterra y la química pneumática: Black, Cavendish y Priestley.....	100
7.4.2.	Otros químicos del flogisto	104
7.5.	REFLEXIONES FINALES.....	106
TEMA 8. LAVOISIER Y LA LLEGADA DE LA NUEVA QUÍMICA		107
8.1.	INTRODUCCIÓN.....	109

8.2.	NOTAS SOBRE LA VIDA DE LAVOISIER.....	109
8.2.1.	Datos biográficos.....	109
8.2.2.	Formación y actividad científica.....	110
8.2.3.	Corrientes científicas en la formación de Lavoisier.....	111
8.3.	LABOR CIENTÍFICA DE LAVOISIER.....	112
8.3.1.	Trabajo sobre metales.....	112
8.3.2.	Composición del aire.....	114
8.3.3.	Trabajos sobre el agua.....	115
8.4.	LA NUEVA QUÍMICA: ADIÓS AL FLOGISTO.....	116
8.4.1.	Nueva química y necesidad de una nueva nomenclatura.....	117
8.4.2.	Extensión a otros países.....	118
8.5.	OBRA ESCRITA DE LAVOISIER.....	119
8.6.	REFLEXIONES FINALES.....	119

BLOQUE TEMÁTICO III
Los pasos de la Nueva Química

TEMA 9.	DALTON Y LA TEORÍA ATÓMICA.....	123
9.1.	INTRODUCCIÓN.....	125
9.2.	PRIMERAS CONSECUENCIAS DE LA QUÍMICA CUANTITATIVA.....	126
9.2.1.	Richter, la ley de los números proporcionales y la estequiometría.....	126
9.2.2.	Ley de las proporciones definidas de Proust.....	127
9.2.3.	Ley de las proporciones múltiples.....	129
9.2.4.	Gay-Lussac y las leyes volumétricas.....	130
9.3.	DALTON: TRABAJO EXPERIMENTAL DE IDEAS.....	130
9.3.1.	Breve biografía de Dalton.....	131
9.3.2.	Labor científica de Dalton.....	132
9.3.3.	Dalton y la ley de volúmenes de combinación.....	134
9.3.4.	El «complemento» de la teoría atómica: principio de Avogadro.....	134
9.3.5.	Otros trabajos de Dalton.....	135
9.4.	BERZELIUS Y EL DESARROLLO DE LA QUÍMICA.....	136
9.4.1.	Labor científica de Berzelius.....	137
9.5.	OTRAS APORTACIONES IMPORTANTES.....	138
9.6.	REFLEXIONES FINALES.....	139

TEMA 10. DESARROLLO DE LA QUÍMICA FÍSICA.....	141
10.1. INTRODUCCIÓN.....	143
10.2. ELECTROQUÍMICA.....	144
10.3. QUÍMICA DE LAS DISOLUCIONES.....	146
10.4. TERMODINÁMICA	149
10.5. CINETOQUÍMICA Y CATÁLISIS.....	152
10.6. OTRAS ESPECIALIDADES	154
10.7. REFLEXIONES FINALES.....	155
TEMA 11. CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA	157
11.1. INTRODUCCIÓN.....	159
11.2. LOS GASES Y LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA	159
11.3. NECESIDAD DE UNA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS	161
11.3.1. Primeros intentos de clasificación	161
11.3.2. Sistemas periódicos.....	162
11.4. ESTRUCTURA DE LOS ÁTOMOS	164
11.4.1. Evidencias experimentales: partículas subatómicas	164
11.4.2. Descubrimiento de la radiactividad	165
11.4.3. Las aportaciones teóricas: modelos atómicos	167
11.5. LA MECÁNICA CUÁNTICA	168
11.6. ENLACES QUÍMICOS	168
11.7. REFLEXIONES FINALES.....	171
TEMA 12. RESURGIMIENTO DE LA QUÍMICA ORGÁNICA	173
12.1. INTRODUCCIÓN.....	175
12.2. QUÍMICA ORGÁNICA «PRIMITIVA».....	176
12.3. NECESIDAD DE UNA CLASIFICACIÓN.....	177
12.3.1. Clasificación por radicales.....	177
12.3.2. Clasificación por tipos	179
12.4. QUÍMICA ORGÁNICA ESTRUCTURAL	180
12.4.1. Soporte experimental.....	180
12.4.2. El mundo de las ideas	181
12.4.3. Kekulé y la química estructural.....	182
12.4.4. La estereoquímica	183

12.5. LA SÍNTESIS ORGÁNICA	184
12.6. AUGE DE LA QUÍMICA ORGÁNICA: SU PRESENTE Y SU FUTURO	186
12.7. REFLEXIONES FINALES	187
TEMA 13. EVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA INORGÁNICA Y DE LA QUÍMICA ANALÍTICA	189
13.1. INTRODUCCIÓN.....	191
13.2. QUÍMICA INORGÁNICA	191
13.2.1. Descubrimiento de nuevas sustancias.....	192
13.2.2. La teorización en Química Inorgánica	193
13.2.3. Química Inorgánica de síntesis	194
13.3. QUÍMICA ANALÍTICA.....	194
13.3.1. Primeros tiempos del análisis químico	195
13.3.2. Desarrollo con los químicos del flogisto	195
13.3.3. Desarrollo desde el siglo XIX	196
13.4. REFLEXIONES FINALES.....	198
TEMA 14. LA INDUSTRIA QUÍMICA Y LAS RELACIONES CIENCIA /TECNOLOGÍA/SOCIEDAD	199
14.1. INTRODUCCIÓN.....	201
14.2. PRIMERAS INDUSTRIAS QUÍMICAS	202
14.2.1. Un ejemplo: la industria de la porcelana	202
14.3. INDUSTRIAS INORGÁNICAS: ALGUNOS EJEMPLOS.....	203
14.3.1. La industria del carbonato sódico.....	203
14.3.2. La industria del ácido sulfúrico.....	206
14.4. INDUSTRIAS ORGÁNICAS	208
14.4.1. Un ejemplo: la industria de los colorantes.....	208
14.5. LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS Y LAS GUERRAS.....	210
14.5.1. Un ejemplo: la síntesis del amoníaco	210
14.6. REFLEXIONES FINALES	211
BIBLIOGRAFÍA	213
ÍNDICE ALFABÉTICO DE PERSONAJES.....	215

3.1. INTRODUCCIÓN

En aquel larguísimo tiempo de la química práctica primitiva, ¿había verdaderamente alguna teoría que justificase los fenómenos y propiedades de la materia? En Oriente Medio, especialmente en Mesopotamia y Egipto, puede llegarse a la conclusión de una química práctica ajena a cualquier contenido teórico, al menos según los vestigios que nos han llegado hasta el momento. Es decir, de la época anterior a los griegos no se ha hallado ningún testimonio que justifique lo contrario ni en los papiros egipcios ni en las tablillas mesopotámicas de escritura cuneiforme. No puede afirmarse lo mismo de las culturas del Lejano Oriente, ya que en la filosofía budista india —como ya se ha mencionado en el Tema 2— se han encontrado rasgos de una especie de teoría atómica primitiva, si bien pudiera haber surgido por influencia del pensamiento griego a través de la llegada de Alejandro Magno.

No obstante, esta falta de información directa no significa que no existieran teorías sino que puede suceder que simplemente se hubieran perdido, como señala el antropólogo e historiador de religiones **Mircea Eliade**. En este sentido, es muy interesante la *teoría sobre los metales* o metalurgia animista sobre prácticas metalúrgicas y explicación a las mismas que este investigador ha encontrado en ciertos pueblos primitivos contemporáneos y que posiblemente puedan extrapolarse a las de los tiempos de la Antigüedad. Si bien dicha explicación cae más bien dentro del mundo de la mitología del ser humano que de la teorización racional.

Es en el mundo griego dónde primeramente el hombre se cuestiona la idea de universo, de naturaleza y de su composición, intentando encontrar una respuesta a estas cuestiones por medio del razonamiento. Y también es aquí donde surge la noción de elemento, aunque con un sentido muy distinto del que le damos actualmente.

3.2. ESTUDIO DE LA MATERIA EN LA FILOSOFÍA NATURAL GRIEGA

En la cultura griega —origen por otra parte de la nuestra— sus pensadores intentaron encontrar una explicación al mundo y a la vida, lo que les condujo a formular una teoría sobre la materia con la que justificar sus cambios y propiedades y que también sirviera para ordenar y clasificar las distintas sustancias de la naturaleza. Estos son a grandes rasgos los fundamentos de la *filosofía de la naturaleza* o filosofía natural, que fue desarrollándose en el tiempo y dio lugar a diversas escuelas o corrientes.

3.2.1. Filósofos presocráticos

Siguiendo un orden cronológico, los más antiguos son los *filósofos presocráticos* (siglo VI a.C.), cuya temática central puede expresarse mediante la pregunta ¿de qué está hecho el mundo? Partían de que todo tiene un orden y que este orden se podría comprender por medio de la razón. Es decir, suponían que la explicación a esa pregunta era puramente materialista y racional. Consideraban que existía una materia primitiva a partir de la cual se generarían las demás materias. Así, **Tales de Mileto** (aprox. 624-547 a.C.), geómetra, astrónomo y al que se le suele considerar como padre de la filosofía griega, inicia la concepción de ésta como intuición general del universo, intentando buscar una explicación causal a los fenómenos naturales. Admitía como principio general del universo el *agua*, idea que también aparece en el libro bíblico del *Génesis* y que vuelve a surgir en bastantes científicos muy posteriores. Todo en el universo provendría del agua como materia o elemento más simple: iría evolucionando a partir de ella, dando lugar a objetos más complejos. Esta idea de materia u objeto primario del que derivarían los demás, tras muchos siglos de evolución daría paso en química al concepto actual de elemento y en física, al de energía.

Los sucesores de Tales, partiendo de esta idea, la fueron modificando primeramente en el sentido de sustituir al agua como único principio por otros principios diferentes, aunque también únicos, como el fuego, el espíritu, el ser, el devenir. Es decir, serían elementos de un alto contenido abstracto más que físicamente «reales». **Empédocles**, en el siglo V a.C., defendió la existencia de cuatro elementos, *fuego, aire, tierra y agua*, que se mezclarían entre sí en proporciones diferentes para originar las sustancias que percibimos en el mundo. Con el tiempo se fue pasando de estos sistemas unitarios a un *sistema dualista* (el bien y el mal, el amor y el odio, etc.), según los cuales el mundo se formaría por la acción de dos principios opuestos.

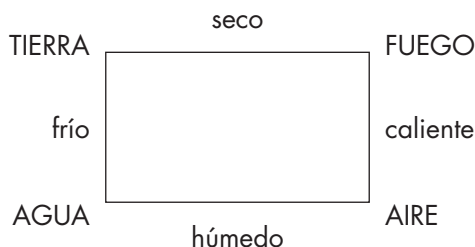
3.2.2. Aristóteles

Posteriormente, en el siglo IV A.C., primero para **Platón** (aprox. 427-347 a.C.) y después para **Aristóteles** (384-322 a.C.) la materia sería algo informe

y amorfo, sin ningún atributo, pero a lo que se le podía comunicar e infundir las **cualidades o propiedades** de calor, frío, sequedad y humedad para obtener los cuatro elementos de Empédocles. Es decir, Aristóteles pensó que aquello que debía ser considerado como principios o elementos de los objetos eran en realidad las propiedades más generales de los mismos, debido a que es precisamente por sus propiedades por lo que esos objetos son reconocidos y diferenciados unos de otros. Encontró así que existían esas cuatro propiedades, las cuales podían aplicarse a todas las cosas, con lo que adoptó en el fondo la forma de un *doble dualismo*. De esta manera, combinando estas cuatro propiedades de dos en dos se obtendrían los distintos tipos de objetos:

el agua resultaría de la combinación frío y húmedo; el aire, del tipo húmedo y caliente; la tierra, de frío y seco, y el fuego, del tipo seco y caliente.

A su vez, al analizar todas las sustancias materiales se encontrarían en ellas esos cuatro componentes. Los cuatro elementos de Empédocles —agua, aire, tierra y fuego— se unirían entre sí por un *principio de cohesión*, el cual sería a su vez una de esas propiedades, concretamente la «humedad». Se representa esta idea en forma de diagrama, un cuadrilátero en el que en cada vértice se encuentra un elemento, teniendo los elementos adyacentes una propiedad común, por lo que serían intercambiables:



En definitiva, la naturaleza sería la que «transmuta» la materia básica o materia primaria en las distintas sustancias que percibimos.

La teoría de Aristóteles de los cuatro elementos, llamados elementos peripatéticos, fue elaborada —al igual que las otras teorías griegas sobre la materia— por un proceso mental, por un conocimiento intuitivo de la naturaleza y no como fruto de una experimentación.

Pertenece, pues, al ámbito del saber filosófico. Tuvo trascendental influencia en la Edad Media, a través de la filosofía escolástica y perduró en realidad hasta el siglo XVIII, siendo la base de la química teórica de todo ese largo periodo. Es el origen de la doctrina de la *transmutación* de los elementos. Todas sus

ideas fundamentales, en definitiva, se han manifestado en la mayoría de los filósofos hasta tiempos muy posteriores (así, el principio de los opuestos dos a dos en Kant o en Hegel, o las mismas ideas sobre la simetría). ¿A qué se debe su aceptación durante tanto tiempo? Probablemente a que proporciona una fácil explicación de lo que percibimos por nuestros sentidos, a través de los cuales nos llegan las distintas apariencias de todas las sustancias.

Anteriormente, **Demócrito** (aprox. 460-370 a.C.), discípulo de **Leucipo**, había formulado una teoría atómica de la materia, según la cual explicaba que esas apariencias diversas de las sustancias eran debidas a las diferentes formas y tamaños de unas partículas homogéneas e indivisibles, los *átomos*, últimos componentes de la materia. Sin embargo, para Aristóteles esta teoría no podía justificar la enorme variedad de las sustancias de la naturaleza. Además, habría que admitir la idea de «vacío», como también proponía Demócrito, pero en el vacío no se podía justificar el movimiento. Y sin movimiento, no habría cambio, idea que era otro de los pilares de la teoría aristotélica.

No obstante, en su obra *Meteorológica* Aristóteles retoma, a su manera, la teoría atómica mediante la admisión de un tipo de corpúsculos o partículas, los *mínima naturalia*, que serían más o menos el equivalente a las moléculas en sentido moderno. También en esa misma obra —cuyo título, paradójicamente, no tiene nada que ver con la meteorología— Aristóteles propone que la física de la esfera terrestre estaría en oposición a la física de la esfera celeste y expone además una curiosa explicación sobre el origen de los metales. Acepta y defiende la idea primitiva de que *los metales se gestan y crecen en el interior de la tierra*. De esta manera, los metales menos perfectos van creciendo y evolucionando hacia los metales más perfectos o metales nobles, de los que el oro sería su máxima expresión. Esta teoría fue recogida por los alquimistas, tanto griegos, como árabes y los del occidente cristiano, teniendo importantísimas repercusiones en la Edad Media, incluso sociopolíticas, como se analizará posteriormente en su momento.

3.2.3. Epicúreos

Tras la muerte de Aristóteles, **Epicuro** (341-272 a.C.) vuelve a la teoría atómica de Demócrito y la perfecciona, sosteniendo que los átomos eran las partículas mínimas de la materia, ya que no se podían dividir. Estos átomos se moverían a causa de su gravedad, al caer en el vacío, y no lo harían de forma predeterminada, sino que irían cambiando en su movimiento; es decir, se moverían al azar. En su caída podrían sufrir de repente un viraje o desviación, lo que hacía posible que se combinaran unos con otros.

Las ideas de Epicuro más que buscar una explicación científica a la constitución de la materia se inclinaban hacia una filosofía ética, para despojar al hombre de sus miedos y ansiedades, producto muchas veces de la superstición y de la influencia de las religiones, para que alcanzara con ello la felicidad. Había que huir de las pasiones y de los excesos. Se debería ser tolerante y mesurado, poniendo un coto a las acciones y a los deseos, valorando la

amistad sobre todas las cosas y menospreciando la competitividad. El saber habría de servir básicamente para hacer feliz al individuo, para su propia satisfacción, pero no para competir y destacar sobre los demás. El hombre sería libre y sujeto de su propio destino, a diferencia del pensamiento de Aristóteles, según el cual el hombre vendría determinado por su propia naturaleza. Las desviaciones de los átomos al caer en el vacío y combinarse entre sí representaban, en realidad, la voluntad libre del hombre. El mundo sería finito y, en definitiva, una combinación de átomos, producto del azar, y no habría una separación del alma y el cuerpo, por lo que el alma no sería inmortal. Con todo esto lo que pretendía esta doctrina era despojar a la naturaleza de lo terrorífico en un mundo como el de aquella época, lleno de religiones místicas. Y así, ya que no habría que temer ni a los dioses ni a la muerte.

De todos los escritos de Epicuro, unos trescientos, queda muy poco. Sus ideas son conocidas a través del texto del latino **Lucrecio**, *De rerum natura* (aprox. 55 a.C.), que recoge sus teorías. Fue una de las doctrinas más combatidas, no sólo por otras corrientes filosóficas, como la estoica, sino también por algunas religiosas, como el cristianismo y el judaísmo. El motivo hay que buscarlo en su materialismo y en su actitud hacia la idea de dios y del alma humana.

Esos ataques al epicureísmo fueron causa, a su vez, de que en la ciencia se abandonara el atomismo hasta el siglo XVII, en que se retomaron sus pensamientos básicos aunque con profundas modificaciones, con lo cual se dio un impulso decisivo al avance científico.

3.2.4. Estoicos

Otra escuela filosófica postaristotélica es la del *estoicismo*, fundado por **Zenón de Kitión** (aprox.342-270 a.C.), en el siglo IV a.C. y desarrollado en la época romana por **Séneca** en el siglo I d.C. Adoptó en gran parte la filosofía aristotélica y sostiene así que la materia era divisible hasta el infinito. Sin embargo, al contrario que Aristóteles, defendió la analogía entre la física del cielo y la de la tierra, el macrocosmos y el microcosmos. Es muy importante la distinción que hacía entre materia inerte y una forma activa, el *pneuma* o espíritu vital (de esa misma palabra griega, que significa «aire»), siendo éste último el que produciría tanto los procesos de corrupción como los de generación. Volviendo a los cuatro elementos aristotélicos, los calientes (fuego y aire) serían más activos que los húmedos y fríos (agua y tierra). El fuego y el aire serían, pues, formas de *pneuma*, y éste sería la fuerza que cohesionaría las formas más pasivas (tierra y agua) en las diferentes sustancias complejas. Estas ideas sirvieron posteriormente como fundamento para interpretar la destilación, como se verá en el Tema 4.

3.3. EVOLUCIÓN DE LA IDEA DE ELEMENTO

Como acabamos de analizar, en la filosofía griega aparece la noción de elemento. Pero esta idea de elemento no tiene nada que ver con el concep-

to muy posterior de elemento químico, tal y como lo tenemos actualmente. Además:

Cuando se hablaba de elementos u objetos ni siquiera se trataba de algo tangible, sino más bien de determinadas propiedades. Para muchos filósofos, el sentido de elemento era el de un principio general, que generaría los demás objetos del universo.

Así, para Tales era sólo uno, el agua, con Empédocles pasaron a cuatro, etc. Hasta llegar a Aristóteles, con el que ya toma esa idea de cualidades o propiedades, como se ha expuesto.

Tras la caída del mundo antiguo, y con ello de la cultura greco-romana, los árabes conocen las ideas de Aristóteles a través de las traducciones de los textos clásicos. Pero, grandes experimentadores al contrario que los griegos, necesitaban otro tipo de elementos que estuvieran más acordes con los resultados de sus experiencias. A lo largo de la Edad Media comienza un largo proceso en el mundo de la química en el que una de sus grandes metas era la transformación de los metales en oro, como se analizará más detenidamente después al tratar la Alquimia en el Tema 4. De ahí la importancia que se dio al estudio de los metales y, en consecuencia, los alquimistas árabes eligieron otros elementos: el *mercurio*, que representaba al metal (en cuanto a propiedad metálica), el *azufre*, que simbolizaba la combustibilidad, la *tierra*, que personificaba los minerales no metálicos y la *sal*, que significaba la solubilidad en el agua. Es decir, los elementos seguían también representando propiedades, por lo que es de comprender que los químicos de aquellas épocas pensaran que se podía comunicar a un metal determinado las propiedades de otro a través de una serie de operaciones y técnicas, con lo cual se justificaba la idea de que era posible la obtención de oro a partir de otro metal, es decir, la transmutación.

3.4. REFLEXIONES FINALES

La idea de la filosofía griega de elemento en cuanto a propiedad proporcionó una base teórica para la creencia en la transmutación de los alquimistas y también de muchos químicos.

Será con Lavoisier cuando se llega al concepto de elemento tal y como es hoy en día. No obstante, hasta llegar a ese momento, finales del siglo XVIII, las ideas de filosofía griega sobre la noción de elemento estarán siempre presentes, de una manera u otra, perviviendo en el pensamiento de alquimistas y químicos en mayor e menor grado. Así, el agua volvería a representar el principio universal para un químico de la talla de van Helmont.