

Ministerio de Educación  
Dirección Regional de Educación Particular  
**Centro Educativo Bellas Luces**  
Biología y Química 11º grado A mención Ciencias

**Actividad # 2:**

**BIOLOGÍA: Tema 2: Fotosíntesis**

**¿Qué es fotosíntesis?**

La **fotosíntesis** es un proceso metabólico único que realizan ciertas células de aquellos organismos autótrofos capaces de elaborar su propia materia orgánica con sustancias inorgánicas al utilizar la energía que brinda la luz solar. La palabra fotosíntesis tiene origen griego, en el cual «*foto*» significa luz, y «*síntesis*» significa composición.

La fotosíntesis es, entonces, el **proceso que utilizan las plantas para producir sus alimentos**. Además de utilizarla para su alimentación, las plantas y los árboles las utilizan para crecer y poder desarrollarse. La principal sustancia que se necesita para poder realizar la fotosíntesis es la conocida clorofila -aquella sustancia de color verde que se encuentra en todas las hojas-.

Algunas algas, así como también algunas bacterias también poseen clorofila. Es importante en este proceso, ya que **tiene como función absorber la luz necesaria para luego convertirla en energía química**. Podríamos decir que la mayoría de la energía que consume la biósfera de la tierra proviene del proceso de la fotosíntesis.

**Etapas de la fotosíntesis**

Las hojas que se encuentran en dirección a la luz son las que absorberán la luz solar.

La fotosíntesis se suele dividir en dos etapas.

La primera etapa hace referencia a las reacciones dependientes de la luz e independientes de la temperatura.

En cambio, en la segunda etapa, las reacciones son dependientes de la temperatura e independientes de la luz.

El proceso de alimentación de las plantas se resume de esta manera:

Absorción: En primer lugar, las raíces de las plantas tienen como función absorber el agua y los minerales que se encuentran en la tierra. Las raíces crecen hacia los lugares donde se encuentra mayor cantidad de agua.

Circulación: Una vez absorbidos los minerales y el agua, éstos deben circular hasta llegar a las hojas por medio de los tallos de las plantas.

Fotosíntesis: Aquellas hojas que se encuentran en dirección a la luz son las que absorberán la luz. La luz del Sol junto con el dióxido de carbono logran transformar la savia bruta en savia elaborada, la

cual será el alimento de la planta. A su vez, la planta tiene la fundamental capacidad de producir oxígeno que será expulsado a través las hojas.

Respiración: Las plantas respiran de día y de noche, y lo hacen de la misma forma que los animales. Es decir, inhalando oxígeno y exhalando dióxido de carbono. Cuando es de noche y no pueden absorber luz para realizar la fotosíntesis, sólo realizan la respiración. Este proceso lo hacen mediante las hojas y algunos tallos verdes.

### ¿Por qué es importante la fotosíntesis?

La fotosíntesis es fundamental para la Tierra porque es la que **permite que las plantas generen oxígeno** y, como bien dijimos antes, todos los seres humanos necesitan de éste para poder respirar. A su vez, las plantas son capaces de consumir gases tóxicos tales como el dióxido de carbono, y así poder apartarlos del ecosistema. Así como también, la energía almacenada en combustibles fósiles -el carbón, petróleo y gas natural- dependen del proceso de la fotosíntesis.

Otra razón por la que es de total importancia para la biosfera es porque se **realiza la síntesis de materia orgánica a partir de la materia inorgánica**. Esta pasará de unos seres vivos a otros a través de las cadenas tróficas para luego transformarse en materia propia mediante los distintos seres vivos. Por último, podemos afirmar que la principal razón por la que existe la diversidad de vida existente en la Tierra es por el proceso de fotosíntesis.

- **Investiga acerca de la Quimiosíntesis y los organismos que la realizan. Compárala con la fotosíntesis.**
- **Plantea la importancia de los organismos quimiosintéticos en la continuidad de la vida del planeta.**

(Mínimo 5 líneas por respuesta)

## QUÍMICA:

### La alquimia

#### Alejandría

En la época de Aristóteles, Alejandro Magno de Macedonia (un reino situado al norte de Grecia) conquistó el vasto Imperio Persa. El imperio de Alejandro se disgregó después de su muerte en el año 323 a. de C., pero los griegos y macedonios mantuvieron el control de grandes áreas de Oriente Medio. Durante varios siglos (el «Período Helenístico») tuvo lugar una fructífera mezcla de culturas.

Ptolomeo, uno de los generales de Alejandro, estableció un reino en Egipto, cuya capital fue la ciudad de Alejandría (fundada por Alejandro). En Alejandría, Ptolomeo y su hijo (Ptolomeo II) levantaron un templo a las Musas (el «Museo») que cumplía el mismo fin de lo que hoy llamaríamos un Instituto de Investigación y una Universidad. Junto a él se construyó la mayor biblioteca de la antigüedad.

La maestría egipcia en la química aplicada se unió y fundió con la teoría griega, pero esta fusión no fue totalmente satisfactoria. En Egipto el saber químico estaba íntimamente ligado con el

embalsamado de los muertos y el ritual religioso. Para los egipcios, la fuente de todo conocimiento era Thot, el de la cabeza de ibis, dios de la sabiduría. Los griegos, impresionados por la altura de los conocimientos de los egipcios, identificaron a Thot con su propio Hermes y aceptaron una buena dosis de misticismo,

Los antiguos filósofos jonios habían separado la religión de la ciencia. Esta nueva unión operada en Egipto entorpeció seriamente los posteriores avances en el conocimiento. Como el arte de khemeia aparecía tan estrechamente relacionado con la religión, el pueblo llano recelaba a menudo de quienes lo practicaban, considerándolos adeptos de artes secretas y partícipes de un saber peligroso. (El astrólogo con su inquietante conocimiento del futuro, el químico con su aterradora habilidad para alterar las sustancias, incluso el sacerdote con sus secretos sobre la propiciación de los dioses y posibilidad de invocar castigos servían como modelos de cuentos populares de magos, brujos y hechiceros.)

Los destinatarios de estos celos no solían mostrarse resentidos, sino que con frecuencia se crecían, conscientes de que aumentaban su propio poder y quizá también su seguridad. Después de todo, ¿a quién se le iba a ocurrir ofender a un mago?

Este respeto o recelo popular impulsó a los practicantes de la khemeia a redactar sus escritos mediante simbolismos oscuros y misteriosos. El sentimiento de poder y de estar en posesión de un saber oculto aumentaba aún más con esa oscuridad.

Por ejemplo, había siete cuerpos celestes considerados «planetas» («errantes», porque continuamente cambiaban de posición con respecto al fondo estrellado) y también eran siete los metales conocidos: oro, plata, cobre, hierro, estaño, plomo y mercurio. Pareció atractivo emparejarlos, y llegó un momento en que el oro se designaba comúnmente como «el Sol», la plata como «la Luna», el cobre como «Venus» y así sucesivamente. Los cambios químicos pudieron entonces incluirse en una corriente mitológica.

Aún quedan recuerdos de aquella época. La denominación del compuesto ahora llamado nitrato de plata era «cáustico lunar». Este nombre, ya en desuso, es un claro indicio de la antigua relación entre la plata y la luna. El mercurio debe su actual nombre al planeta Mercurio. El verdadero nombre antiguo era hydrargyrum («plata líquida»), y el nombre inglés antiguo era el casi idéntico de «quicksilver».

Esta oscuridad más o menos deliberada sirvió a dos desafortunados propósitos. Primero, retardó el progreso, ya que los que trabajaban en esta materia ignoraban -en parte o del todo- lo que los otros estaban haciendo, de modo que no podían beneficiarse de los errores ni aprender de la lucidez de los demás. En segundo lugar, permitió que charlatanes y engañadores -contando con la oscuridad del lenguaje- se presentaran a sí mismos como trabajadores serios. No podía distinguirse al embaucador del estudioso.

El primer practicante de la khemeia greco-egipcia que conocemos por su nombre fue Bolos de Mendes (aproximadamente 200 a. de C), una población del delta del Nilo. En sus escritos utilizó el nombre de Demócrito, por lo que se le conoce como «Bolos-Demócrito» o, a veces, como «pseudo-Demócrito».

Bolos se dedicó a lo que se había convertido en uno de los grandes problemas de la khemeia: el cambio de un metal en otro y, particularmente, de plomo o hierro en oro (transmutación). La teoría de los cuatro elementos consideraba que las diferentes sustancias del universo diferían únicamente en la naturaleza de la mezcla elemental. Esta hipótesis podría ser cierta según se aceptase o no la teoría atomista, ya que los elementos podrían mezclarse como átomos o como una sustancia continua. Realmente parecía razonable pensar que todos los elementos eran intercambiables entre sí. Aparentemente el agua se convertía en aire al evaporarse, y retornaba a la forma de agua cuando llovía. La leña, al calentarla, se transformaba en fuego y vapor (una forma de aire), y así sucesivamente.

¿Por qué, entonces, considerar algunos cambios como imposibles? Probablemente todo era cosa de dar con la técnica apropiada. Una piedra rojiza podía convertirse en hierro gris a través de un procedimiento que aún no se había descubierto en tiempo de Aquiles, quien tuvo que usar armas de bronce. ¿Qué razón había para que el hierro gris no pudiera convertirse en oro amarillo mediante alguna técnica aún no descubierta en tiempo de Alejandro Magno?

A través de los siglos muchos químicos se esforzaron honradamente en hallar el medio de producir oro. Sin embargo, algunos estimaron mucho más sencillo y provechoso pretender hallarse en posesión de la técnica y comerciar con el poder y la reputación que ello les proporcionaba. Este engaño se mantuvo hasta la época moderna, pero no voy a tratar de ello en este libro. Aunque Bolos en sus escritos da aparentemente detalles o técnicas para la obtención del oro, no podemos realmente considerarlo un fraude. Es posible alear cobre y cinc, por ejemplo, y obtener latón, que tiene un tono amarillo parecido al del oro, y es bastante probable que para los antiguos artesanos la preparación de un metal dorado fuese lo mismo que la preparación de oro. Durante la dominación romana el arte de la khemeia entró en declive, junto con la decadencia general del conocimiento griego. Después del año 100 d. de C. es prácticamente imposible encontrar ninguna aportación nueva y se asiste al surgimiento de una tendencia a volver cada vez más a las interpretaciones místicas de los primeros pensadores.

Por ejemplo, hacia el año 300 d. de C. un tratadista nacido en Egipto, Zósimo, escribió una enciclopedia en veintiocho volúmenes que abarcaba todo el saber sobre khemeia acumulado en los cinco o seis siglos precedentes, y en la que había muy poco de valor. Para ser exactos, se puede encontrar ocasionalmente un pasaje con alguna novedad, como la que parece referirse al arsénico. También parece que Zósimo describió métodos para preparar acetato de plomo y que tuvo conocimiento del sabor dulce de este compuesto venenoso (que se ha llamado hasta hoy «azúcar de plomo»).

La muerte final sobrevino a causa del miedo. El emperador romano Diocleciano temía que la khemeia permitiera fabricar con éxito oro barato y hundir la tambaleante economía del imperio. En tiempos de Zósimo ordenó destruir todos los tratados sobre khemeia, lo que explica el escaso número de ellos que han llegado hasta nosotros.

Otra razón es que, con el nacimiento de la Cristiandad, el «pensamiento pagano» cayó en desgracia. El museo y la biblioteca de Alejandría resultaron gravemente dañados a causa de los motines cristianos ocurridos a partir del año 400 d. de C. El arte de la khemeia, por su estrecha relación con la religión del antiguo Egipto, se hizo particularmente sospechoso, convirtiéndose prácticamente en clandestino. En cierta manera el pensamiento griego desapareció del mundo romano. La Cristiandad

se había escindido en sectas; una de ellas era la de los nestorianos, así llamados porque sus miembros seguían las enseñanzas del monje sirio Nestorio, que vivió en el siglo v. Los cristianos ortodoxos de Constantinopla persiguieron a los nestorianos, algunos de los cuales huyeron hacia el este, hasta Persia. Allí los monarcas persas los acogieron con gran deferencia (posiblemente con la esperanza de utilizarlos contra Roma).

Los nestorianos llevaron consigo a Persia el pensamiento griego, incluyendo muchos libros de alquimia, y alcanzaron el cenit de su poder e influencia hacia el año 550 d. de C.

## **Los árabes**

En el siglo VII los árabes entraron en escena. Hasta entonces habían permanecido aislados en su península desértica, pero ahora, estimulados por la nueva religión del Islam fundada por Mahoma, se extendieron en todas direcciones. Sus ejércitos victoriosos conquistaron extensos territorios del oeste de Asia y norte de África. En el 641 d. de C. invadieron Egipto y, tras rápidas victorias, ocuparon todo el país; en los años siguientes Persia sufrió el mismo destino.

Fue especialmente en Persia donde los árabes encontraron los restos de la tradición científica griega, ante la que quedaron fascinados. Esta admiración quizá se viera también incrementada por un combate de gran significación práctica. En el año 670 d. de C, cuando sitiaron Constantinopla (la mayor y más poderosa ciudad cristiana), fueron derrotados por el «fuego griego», una mezcla química que ardía con gran desprendimiento de calor sin poder apagarse con agua, y que destruyó los barcos de madera de la flota árabe. Según la tradición la mezcla fue preparada por Callinicus, un practicante de khemeia que había huido de su Egipto natal (o quizás de Siria) ante la llegada de los árabes.

En árabe khemeia se convirtió en al-kímiya, siendo al, el prefijo correspondiente a «la». Finalmente la palabra se adoptó en Europa como alquimia, y los que trabajaban en este campo eran llamados alquimistas. Ahora el término alquimia se aplica a todo el desarrollo de la química entre el 300 a. de C. y el 1600 d. de C. aproximadamente, un período de cerca de dos mil años. Entre los años 300 y 1100 d. de C. la historia de la química en Europa es prácticamente un vacío. Después del 650 d. de C. el mantenimiento y la extensión de la alquimia greco-egipcia estuvo totalmente en manos de los árabes, situación que perduró durante cinco siglos. Quedan restos de este período en los términos químicos derivados del árabe: alambique, álcali, alcohol, garrafa, nafta, circón y otros.

La alquimia árabe rindió sus mejores frutos en los comienzos de su dominación. Así, el más capacitado y célebre alquimista musulmán fue Jabir ibn-Hayyan (aproximadamente 760-815 d. de C), conocido en Europa siglos después como Geber. Vivió en la época en que el Imperio Árabe (con Harún al Raschid, famoso por Las mil y una noches) se hallaba en la cúspide de su gloria. Sus escritos fueron numerosos y su estilo era relativamente avanzado. Muchos de los libros que llevan su firma pueden haber sido escritos por alquimistas posteriores y atribuidos a él. Describió el cloruro de amonio y enseñó cómo preparar albayalde (carbonato de plomo). Destiló vinagre para obtener ácido acético fuerte, el ácido más corrosivo conocido por los antiguos. Preparó incluso ácido nítrico débil que, al menos en potencia, era mucho más corrosivo.

Sin embargo, la mayor influencia de Jabir reside en sus estudios relacionados con la transmutación de los metales. Consideraba que el mercurio era el metal por excelencia, ya que su naturaleza líquida le confería la apariencia de poseer una proporción mínima de material terroso. Por su parte, el azufre poseía la notable propiedad de ser combustible (y además poseía el color amarillo del oro). Jabir creía que los diversos metales estaban formados por mezclas de mercurio y azufre, y solamente restaba hallar algún material que facilitase la mezcla de mercurio y azufre en la proporción necesaria para formar oro.

La antigua tradición sostenía que esta sustancia activadora de la transmutación era un polvo seco. Los griegos lo llamaban xerion, derivado de la palabra griega correspondiente a «seco». Los árabes la cambiaron por al-iksir, y en Europa se convirtió finalmente en elixir. Como una prueba más de que se le atribuían las propiedades de seca y terrosa diremos que en Europa fue llamada vulgarmente la piedra filosofal. (Recordemos que todavía en 1800, un «filósofo» era lo que ahora llamamos un «científico».)

El sorprendente elixir estaba destinado a poseer otras maravillosas propiedades, y surgió la idea de que constituía un remedio para todas las enfermedades y que podía conferir la inmortalidad. Por ello se habla del elixir de la vida, y los químicos que trataban de conseguir oro podían conseguir igualmente la inmortalidad (también en vano).

En efecto, durante los siglos posteriores, la alquimia se desarrolló según dos vías paralelas principales: una mineral, en la que el principal objetivo era el oro, y otra médica, en la que el fin primordial era la panacea.

Seguidor de Jabir, y poseedor de análogos conocimientos y reputación, fue el alquimista persa Al Razi (aproximadamente 850-925), conocido más tarde en Europa como Rhazes. También él describió cuidadosamente su trabajo, preparando, por ejemplo, emplasto de París, y describiendo el modo en que podía emplearse para hacer enyesados que mantuviesen en su sitio los huesos rotos. Igualmente estudió y describió el antimonio metálico. Al mercurio (que era volátil, esto es, forma vapor al calentarlo) y al azufre (que era inflamable) añadió la sal como tercer principio en la composición general de los sólidos, porque la sal no era ni volátil ni inflamable. Al Razi se interesó más por la medicina que Jabir, y esto dio origen a los aspectos médicos de la alquimia, que continuaron con el persa Ibn Sina (979-1037), mucho más conocido como Avicena, versión latinizada de su nombre. En realidad, Avicena fue el médico más importante entre la época del Imperio Romano y los orígenes de la ciencia moderna. Había aprendido lo bastante de los fracasos de siglos y siglos como para dudar de la posibilidad de formar oro a partir de los metales. Aunque en esto era, y sigue siendo, una excepción entre los alquimistas.

### **El despertar en Europa**

La ciencia árabe declinó rápidamente después de Avicena. Eran tiempos difíciles para el mundo islámico y se hicieron más difíciles aún como resultado de las invasiones y victorias de los turcos y mongoles, pueblos relativamente bárbaros. La palma del liderazgo científico abandonó a los árabes al cabo de tres siglos, para no volver más, y pasó al oeste de Europa. Los europeos occidentales tuvieron su primer contacto íntimo y más o menos pacífico con el mundo islámico como resultado de las Cruzadas. La primera Cruzada fue en 1096, y los cristianos europeos conquistaron Jerusalén en 1099. Durante casi dos siglos consecutivos existió un dominio cristiano

en la costa siria, como una pequeña isla en el océano musulmán. Hubo cierta fusión de culturas y el flujo de cristianos que volvían a Europa occidental trajo consigo una cierta apreciación de la ciencia árabe. En este mismo período, los cristianos españoles iban reconquistando gradualmente el territorio que habían perdido ante el Islam en los primeros ocho siglos. De esta forma, tanto ellos como en general toda la Europa cristiana tuvieron una nueva noción de la brillante civilización morisca que se había desarrollado en España.

Los europeos supieron que los árabes poseían libros de profundo contenido científico que habían sido traducidos de los originales griegos -los trabajos de Aristóteles, por ejemplo-, así como sus propias producciones -los trabajos de Avicena, entre otros.

A pesar de la relativa aversión a manejar los trabajos de aquellos que parecían enemigos mortales e irreconciliables, surgió un movimiento para traducirlos al latín con objeto de que pudiesen utilizarlos los estudiosos europeos. El humanista francés Gerbert (aproximadamente 940-1003), futuro Papa Silvestre II en el año 999, fue uno de los primeros alentadores de este movimiento. El escolástico inglés Robert de Chester figura entre los primeros que tradujeron una obra árabe de alquimia al latín, acabando dicho trabajo en 1144. Siguió muchos otros, y el principal traductor fue el erudito italiano Gerardo de Cremona (aproximadamente 1114-87). Pasó mucho tiempo de su vida en Toledo, que había sido tomado por las tropas cristianas en 1085. Tradujo noventa y dos trabajos árabes, algunos de ellos extraordinariamente largos.

Así, pues, a partir de 1200 aproximadamente los escolásticos europeos pudieron asimilar los hallazgos alquimistas del pasado e intentar avanzar con ellos, encontrándose, desde luego, con más callejones sin salida que amplias vías de progreso.

El primer alquimista europeo importante fue Alberto de Bollstadt (aproximadamente 1200-80), más conocido como Alberto Magno. Estudió intensamente los trabajos de Aristóteles, y fue a través de él como la filosofía aristotélica adquirió tanta importancia para la erudición de finales de la Edad Media y principios de la Moderna.

Alberto Magno describió el arsénico con tanta claridad en el transcurso de sus experimentos de alquimia, que en ocasiones se le considera como descubridor de esta sustancia, aunque, al menos en forma impura, era probablemente conocida por los antiguos alquimistas. Un contemporáneo de Alberto Magno fue el monje inglés Roger Bacon (1214-92), a quien hoy día se le conoce mejor por su creencia claramente expresada de que en la experimentación y en la aplicación de técnicas matemáticas a la ciencia residiría la principal esperanza de progreso. Tenía razón, pero el mundo no estaba todavía en condiciones de aceptarlo. Bacon intentó escribir una enciclopedia universal del saber, y en sus escritos se encuentra la primera descripción de la pólvora negra. Se le considera a veces como su descubridor, pero no lo fue; el verdadero descubridor es desconocido.

En aquella época la pólvora negra contribuyó a destruir el orden medieval de la sociedad, proporcionando a los ejércitos un medio de arrasar los muros de los castillos, y a los hombres de a pie una oportunidad de disparar contra los de a caballo en el combate. Fue el primer símbolo del progreso tecnológico que condujo a los ejércitos europeos a conquistar otros continentes durante los cinco siglos transcurridos entre 1400 y 1900, conquista que sólo en nuestros días está invirtiendo su signo.

La alquimia en una orientación más mística se encuentra en trabajos atribuidos a los españoles Arnaldo de Vilanova (aproximadamente 1235-1311) y Raimundo Lulio (1235-1315), aunque no es seguro que fueran ellos los verdaderos autores. Estos escritos están profundamente apoyados en la idea de la transmutación, y se ha supuesto incluso (por tradición) que Lulio fabricó oro para el derrochador Eduardo II de Inglaterra.

Pero el más importante de los alquimistas medievales no se conoce por su nombre, ya que escribió con el seudónimo de Geber, el alquimista árabe que había vivido dos siglos antes. Nada se sabe de este «falso Geber» excepto que fue probablemente español y que escribió alrededor de 1300. Fue el primero en describir el ácido sulfúrico, la sustancia simple más importante de las utilizadas por la industria química en la actualidad (después del agua, aire, carbón y petróleo). Describió también la formación de ácido nítrico fuerte. Estos ácidos se obtenían de los minerales, mientras que los ácidos conocidos con anterioridad, como el acético y el vinagre, procedían del mundo orgánico. El descubrimiento de los ácidos minerales fuertes fue el adelanto más importante después de la afortunada obtención del hierro a partir de su mena unos tres mil años antes. Los europeos lograron llevar a cabo muchas reacciones químicas y disolver numerosas sustancias con ayuda de los ácidos minerales fuertes, cosa que no podían conseguir los griegos ni los árabes con el vinagre, el ácido más fuerte de que disponían.

En realidad, los ácidos minerales eran mucho más importantes para el bienestar de la humanidad de lo que hubiera sido el oro, incluso de haberlo obtenido por transmutación. El valor del oro habría desaparecido tan pronto como éste dejase de ser raro, mientras que los ácidos minerales son tanto más valiosos cuanto más baratos y abundantes. No obstante, la naturaleza humana es tal, que los ácidos minerales no causaron gran impresión, mientras que el oro siguió buscándose ávidamente. Pero entonces, después de un prometedor comienzo, la alquimia empezó a degenerar por tercera vez, como había ocurrido primero entre los griegos y después entre los árabes. La caza del oro se convirtió en dominio casi absoluto de charlatanes, aunque los grandes eruditos (Boyle y Newton entre ellos) no pudieron, ya en el siglo XVII resistirse a dedicar a ello sus conocimientos. Una vez más, igual que bajo el dominio de Diocleciano mil años antes, el estudio de la química fue prohibido, más por miedo al éxito en la obtención de oro que por indignación ante la charlatanería. El papa Juan XXII la declaró anatema en 1317, y los alquimistas honrados, obligados a trabajar a escondidas, se volvieron más oscuros que antes, mientras que, como siempre, florecieron los químicos deshonestos.

Nuevos vientos se agitaban cada vez con más violencia en Europa. Los restos del Imperio Bizantino, con su capital en Constantinopla, se extinguían a todas luces. En 1204 fue brutalmente saqueado por los cruzados del oeste de Europa, y muchos documentos del saber griego, que hasta entonces habían permanecido intactos, al menos en aquella ciudad, se perdieron para siempre. Los griegos recuperaron la ciudad en 1261, pero a partir de entonces sólo fue una sombra de lo que había sido antes. En los dos siglos posteriores, los ejércitos turcos pusieron cerco sin tregua a la ciudad y, finalmente, en 1453, cayó Constantinopla, que desde entonces ha sido turca. Tanto antes como después de la caída los eruditos griegos huyeron a Europa Occidental, llevando consigo la parte de sus bibliotecas que pudieron salvar. El mundo occidental sólo llegó a heredar restos del saber griego, pero aun así fueron enormemente estimulantes.

Esta fue también la época de las grandes exploraciones, a lo que contribuyó en el siglo XIII el descubrimiento de la brújula. En 1497 se exploró la costa de África y se dio la vuelta al continente. Con la posibilidad de llegar a la India por mar y evitar el mundo islámico, Europa podía comerciar directamente con el lejano Oriente. Aún más espectaculares fueron los viajes de Cristóbal Colón entre 1492 y 1504, gracias a los cuales pronto se reveló (aunque el mismo Colón nunca admitió este hecho) que se había descubierto una nueva parte del mundo.

Los europeos estaban descubriendo tantos hechos desconocidos para los grandes filósofos griegos que empezó a cundir la idea de que, después de todo, los griegos no eran superhombres omniscientes. Los europeos, que habían demostrado ya su superioridad en la navegación, también podían mostrarse superiores en otros aspectos.

Se destruyó así una especie de bloqueo psicológico, y resultó más fácil poner en duda los hallazgos de los antiguos.

En esta misma «Era de la Exploración» un inventor alemán, Johann Gutenberg (aproximadamente 1397-1468), proyectó la primera imprenta práctica, utilizando tipos móviles que podían ser desmontados y colocados juntos para imprimir cualquier libro que se deseara. Por primera vez en la Historia fue posible producir libros en cantidad y económicamente, sin miedo de que se produjesen errores en las copias (aunque, por supuesto, podía haber errores en la composición). Gracias a la imprenta, las concepciones poco populares no se extinguirían necesariamente por falta de alguien que cargara sobre sus espaldas la laboriosa tarea de copiar el libro. Uno de los primeros que apareció en forma impresa fue el poema de Lucrecio, que difundió la concepción atomista a lo largo y ancho de toda Europa.

En el año 1543 se publicaron dos libros revolucionarios que en la época anterior a la imprenta fácilmente hubieran permanecido ignorados por los pensadores ortodoxos, pero que ahora se extendieron por todas partes y no pudieron ignorarse. Uno de ellos había sido escrito por un astrónomo polaco, Nicolás Copérnico (1473-1543), quien mantenía que la Tierra no era el centro del universo, como habían dado por sentado los astrónomos griegos, sino que lo era el Sol. El otro libro estaba escrito por un anatomista flamenco, Andreas Vesalius (1514-1564), quien trazó la anatomía humana con una exactitud sin precedentes. Se basaba en observaciones del propio Vesalius y rechazaba muchas de las creencias que databan de las antiguas fuentes griegas. Este derrocamiento simultáneo de la astronomía y la biología griegas (aunque las concepciones griegas mantuvieran su influencia en algunas zonas durante un siglo o más) marcó el comienzo de la «Revolución Científica». Esta revolución sólo penetró ligeramente en el mundo de la alquimia, pero infundió algún vigor tanto en los aspectos mineralógicos como médicos de la misma.

### **El fin de la alquimia**

El nuevo espíritu hizo acto de presencia en los trabajos de dos médicos contemporáneos, uno alemán, Georg Bauer (1494-1555), y otro suizo, Teophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1591).

Bauer es más conocido como Agrícola, que en latín quiere decir campesino (lo mismo que 'Bauer' en alemán). Se interesó en la mineralogía por su posible conexión con los fármacos. De hecho, la conexión entre la medicina y los fármacos y la combinación médico-mineralogista fue un rasgo

destacado en el desarrollo de la química durante los dos siglos y medio siguientes. El libro de Agrícola De Re Metallica («Sobre la Metalurgia») (ver fig. 3) se publicó en 1556, y en él se reúnen todos los conocimientos prácticos que podían recogerse entre los mineros de la época. Este libro, escrito en un estilo claro y con excelentes ilustraciones de maquinaria para la minería, se popularizó rápidamente y hoy día aún permanece como un notable clásico de la ciencia<sup>[5]</sup>. De Re Metallica, el más importante trabajo sobre tecnología química anterior a 1700, estableció la mineralogía como ciencia. (El libro más valioso sobre metalurgia y química aplicada anterior al de Agrícola fue el del monje Theophilus, posiblemente griego, que vivió hacia el año 1000 d. de C.) En cuanto a von Hohenheim, es más conocido por su auto seudónimo Paracelso, que significa «mejor que Celso». Celso fue un romano que escribió sobre medicina, y cuyas obras habían sido recientemente impresas. Ambos fueron objeto de una desmedida y, en el caso de Paracelso, errónea idolatría.

Paracelso, como Avicena cinco siglos antes, representó un desplazamiento del centro de interés de la alquimia, el oro, hacia la medicina. Paracelso mantenía que el fin de la alquimia no era el descubrimiento de técnicas de transmutación, sino la preparación de medicamentos que curasen las enfermedades. En la antigüedad lo más frecuentemente usado para estos fines eran las preparaciones con plantas, pero Paracelso estaba sinceramente convencido de la eficacia de los minerales como fármacos.

Paracelso fue un alquimista de la vieja escuela, a pesar de su insistencia en contra de la transmutación. Aceptó los cuatro elementos de los griegos y los tres principios (mercurio, azufre y sal) de los árabes. Buscó incesantemente la piedra filosofal en su función de elixir de la vida, e incluso insistió en que la había encontrado. También, con más fundamento esta vez, obtuvo el metal cinc y con frecuencia se le considera su descubridor, pese a que el cinc, en forma de mineral o de aleación con cobre (latón), era conocido desde la antigüedad.

Paracelso siguió siendo una figura polémica durante medio siglo después de su muerte. Sus seguidores aumentaron el contenido místico de sus concepciones, y en algunos aspectos las redujeron a sortilegios sin sentido. A esta corrupción se unió las desventajas de un momento en el que la alquimia apuntaba cada vez más hacia una etapa de claridad y racionalidad. Por ejemplo, el alquimista alemán Andreas Libau (aproximadamente 1540-1616), más conocido por el nombre latinizado de Libavius, publicó una Alquimia en 1597. Este libro era un resumen de los logros medievales en alquimia, y puede considerarse como el primer texto de química de nombre conocido, pues estaba escrito con claridad y sin misticismo. De hecho, atacó con saña las oscuras teorías de los que él llamaba «paracelsianos», si bien estaba de acuerdo con Paracelso en que la función principal de la alquimia era la de auxiliar de la medicina.

Libavius fue el primero en describir la preparación del ácido clorhídrico, tetracloruro de estaño y sulfato amónico. También describió la preparación del agua regia, una mezcla de ácidos nítrico y clorhídrico cuyo nombre viene de su capacidad para disolver el oro. Incluso sugirió que las sustancias minerales pueden reconocerse por la forma que adoptan los cristales originados al evaporarse sus soluciones.

Sin embargo, estaba convencido de que la transmutación era posible, y de que el descubrimiento de métodos para fabricar oro era un importante fin del estudio de la química. En 1604, un alemán llamado Johann Tholde publicó un texto más especializado (no se sabe nada

más sobre su autor). Atribuyó el libro a un monje alemán, Basil Valenine, pero es casi seguro que este nombre no es sino un seudónimo. El volumen, titulado La carroza triunfal del antimonio, trata sobre los usos médicos de este metal y sus derivados.

Más tarde, un químico alemán, Johann Rudolf Glauber (1604-68), descubrió un método para preparar ácido clorhídrico por medio de la acción del ácido sulfúrico sobre la sal común. En el proceso obtuvo un residuo, el sulfato sódico, que actualmente se sigue llamando «sal de Glauber». Glauber se familiarizó con esta sustancia, la estudió intensivamente y advirtió su actividad laxante. La llamó «sal mirabile» («sal maravillosa») y la consideró como un curallotodo, casi el elixir de la vida. Glauber se dedicó a la fabricación de este compuesto, así como de otros que consideró de valor medicinal y que también resultaron ser de gran valor como modo de ganarse la vida. Si bien esta ocupación era menos espectacular que la fabricación de oro, resultó más útil y provechosa. La realidad económica hablaba a gritos incluso para aquellos que se mostraban impenetrables al razonamiento científico. Había demasiado de útil y provechoso en el conocimiento de los minerales y las medicinas como para perder el tiempo en una interminable carrera de locos tras el oro. De hecho, en el curso del siglo XVII la alquimia entró en franca decadencia, y en el XVIII se transformó en lo que hoy llamamos química.

Responde las siguientes preguntas de acuerdo a lo leído en el texto:

1. ¿Qué es la alquimia?
2. ¿Qué sustancia usaban los alquimistas para transformar los metales en oro?
3. ¿Quiénes utilizaron la alquimia con fines médicos?
4. ¿A qué se denominó elixir de la vida?
5. ¿Qué sustancia lograron producir los alquimistas?
6. Menciona algunos alquimistas importantes
7. ¿Qué aportes dio la alquimia a la química?
8. ¿Qué decía la teoría de los cuatro elementos?

Enviar hasta el lunes 03/04/2020 12:00 pm al correo electrónico: [jddgg@hotmail.com](mailto:jddgg@hotmail.com)

Nota: Realizar ambas actividades en el cuaderno. Identificar con nombre, apellido y grado antes de enviar las fotos.