

El nacimiento de la química. (Una propuesta para hacer historia de las ciencias).

Carlos Fernando Ramírez González¹

¹ Profesor Titular, Departamento de Filosofía, Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (Guadalajara, México).

Dirección: Avenida de los Maestros s/n, puerta 3.

Correo electrónico: cfrg01@yahoo.com.

Resumen:

Cuando la filosofía se relaciona con las ciencias encuentra una serie de problemas cuya solución ha llevado al hombre a comprender mejor su entorno. Tales problemas conforman la historia y evolución del hombre. En este trabajo se expone una propuesta para hacer historia de las ciencias, presentando sus alcances y límites e indagando su historia. En la primera parte se presentan dos problemas sobre la historia de las ciencias: la discusión Continuidad vs Discontinuidad en las ciencias, y el problema Internalismo vs Externalismo. En la segunda parte se presentará brevemente cómo se gestó la química como un ejemplo que ilustre lo dicho en mis conclusiones a dichas controversias en la historia de las ciencias.

Palabras clave: Paradigma, Continuidad, Discontinuidad, Externalismo, Internalismo, Ciencia, Alquimia, Química.

Abstract:

When philosophy is related to science it finds a series of problems. The solution to these has led men to better understand their environment, such problems make up the history and evolution of man. In the first part of this work two problems on the history of the sciences are presented: the discussion continuity vs. discontinuity in the sciences, and the problem Internalism vs. Externalism, in the second part it will be presented briefly, how was chemistry born, as an example that illustrates what is stated in my conclusions to those disputes in the history of science.

Key words: paradigm, continuity, discontinuity, Externalism, Internalism, science, Alchemy, chemistry.

1. Introducción.

Una de las áreas más interesantes de la filosofía es aquella que colinda con las ciencias. En ella encontramos una serie de problemas cuya solución (aunque sea parcial y provisional) nos encamina a entender cada vez más y mejor nuestro mundo.

Estos problemas los podemos clasificar en cuatro grandes grupos:

- A) Aquellos que se refieren a su organización interna; es decir, cómo es que se hace ciencia.
- B) Aquellos que se presentan cuando se trata de explicar el papel que desempeña en una sociedad determinada.
- C) Las reflexiones sobre sus alcances y límites.
- D) Cuando se indaga su historia.

Sin el compromiso de que esta clasificación sea perfecta, pues siempre habrá problemas para situar a un tópico en más de alguno de estos grupos, lo que aquí trataré se puede ubicar principalmente al grupo D, aunque de manera tangencial tocará el C.

Con esta intención se procederá de la siguiente manera:

En la primera parte presentaré dos problemas sobre la historia de las ciencias: a) la discusión Continuidad vs Discontinuidad en las ciencias, y b) el problema Internalismo vs Externalismo. La segunda parte estará enfocada a presentar un ejemplo de mis conclusiones de dichas controversias; esto lo haré exponiendo brevemente cómo se gestó la química.

2. Continuidad vs Discontinuidad.

Existe una concepción, digamos, ingenua de lo que es la ciencia; la encontramos en los anuncios de televisión o en eslogan de productos, en opiniones de la gente con poca preparación científica; incluso, la encontramos entre personas que se han dedicado a la docencia de alguna ciencia; pero más aún, en la de algunos científicos. Esto tiene una explicación: el problema de lo que es la ciencia no “cae” dentro del campo de ninguna ciencia, por ello, el científico, aun siendo brillante, no visualiza lo que su ciencia es. Parece que R. Frondizi tenía razón cuando afirmaba que la preocupación genuina de lo que es una ciencia escapa al campo de interés del científico, y que solo el filósofo o el científico que ha extralimitado su actividad son los que se ocupan por este problema (Frondizi, 1986: 40-41).

Brevemente les recuerdo el argumento de Frondizi, lo podemos presentar así:

Toda ciencia tiene un objeto de estudio delimitado, y con ello su pretensión es explicar una parte de la realidad; por ejemplo, la biología tiene como objeto de estudio a los seres vivos. La ciencia no es un ser vivo, luego la ciencia no es objeto de estudio de la biología. Y esto valdría para todas las demás ciencias.

Aquí alguien podría objetar que existen profundas reflexiones que les debemos a algunos científicos y que son incluso más acertadas que las propuestas por los filósofos. De entrada estaríamos de acuerdo; sólo que esas reflexiones no las hace como científico, sino que extralimitando el objeto de estudio de su ciencia, incorpora una reflexión de otro orden. Tampoco se está diciendo que las reflexiones de los científicos sobre sus ciencias estén equivocadas o que sean menos valiosas que las de los filósofos; lo que se sostiene es que la reflexión sobre lo que es la ciencia se realiza desde un nivel diferente al de la indagación científica.

Si lo anterior es cierto (que el filósofo puede hablar, de manera legítima, de las ciencias), estamos autorizados a dar nuestro punto de vista sobre el problema; claro, asumiendo la responsabilidad de lo que decimos.

Los primeros contactos formales que tenemos con la ciencia se presentan al inicio de nuestra enseñanza básica. Ahí, nos hablan de la ciencia, del método científico, de los adelantos y el progreso en la ciencia. Nos hacen creer que la ciencia es una actividad que se originó hace cientos (o miles) de años y que es posible rastrear el camino que va desde su inicio hasta nuestros días sin ningún sobresalto. A esta visión se le llama *visión continuista de la ciencia*. Ahora expondré algunas de sus características:

Existen dos formas de interpretar la visión continuista; la primera, es suponer que la ciencia inicia con una ruptura: cuando se rompe con una tradición no científica. La segunda, considera que la ciencia siempre ha existido, pero en el transcurso del tiempo se ha ido perfeccionando. En la primera interpretación suelen mencionarse como momentos de ruptura al renacimiento y al siglo XVII (Saldaña, 1989:22).

Las profundas transformaciones que sufrieron las sociedades feudales poco a poco crearon las condiciones para el surgimiento de una nueva forma de interpretar el mundo. La Edad Media, dominada por una tradición heredada de la filosofía aristotélica, fue cediendo ante el embate del humanismo; el centro de atención se fue moviendo de las preocupaciones teológicas a las antropológicas. Recordemos que Copérnico tuvo que alejarse de la influencia aristotélica – representada por Ptolomeo- para postular su teoría heliocéntrica; y con esto encaminar a una nueva astronomía. En el siglo XVII (después

de los sangrientos acontecimientos religiosos que caracterizaron el siglo XVI como la Inquisición y los esfuerzos de los reyes católicos por la unificación a toda costa de su imperio), inicia un periodo de tranquilidad que permitió el desarrollo de las ciencias. En este periodo es digno reconocer los esfuerzos de Bacon y Descartes¹ que propusieron nuevos métodos, con la promesa de una revolución en la ciencia.

Sin embargo, esta revolución epistémica es vista por otros con menor violencia, al grado de considerarla, más que como una revolución, como una evolución. De esta manera, Leibniz consideraba que la ciencia de su tiempo era el resultado de las mejoras que había experimentado la ciencia antigua; que también era resultado de una ruptura con las tradiciones no científicas pero de una manera menos radical. Este momento de ruptura se había presentado muchos siglos antes de lo que sostenían los seguidores de Descartes.

Bajo esta forma de ver la ciencia se puede localizar su inicio en un acto de ruptura y fundación; y su progreso en un proceso de seguir la vía inaugurada (Saldaña, 1989: 34-36).

Así, la interpretación de la ciencia como un continuo encierra de manera implícita la confianza en un progreso científico, ya que de no ser así sería necesaria una nueva ruptura para fundar la verdadera ciencia. Este progreso científico podría (siempre bajo la concepción continuista) manifestarse de tres formas:

a) La ciencia es un cúmulo de conocimientos.

Desde la fundación de la verdadera ciencia, se han elaborado teorías que permiten una explicación cada vez más acertada de la realidad. Cada problema que es resuelto va extendiendo la lista de conocimientos científicos. Así, la ciencia es un proceso lineal de acumulación de conocimientos.

b) La evolución científica.

Los primeros esfuerzos científicos que se realizaron en la dirección correcta debieron aportar un conjunto de conocimientos no acabados; el paso del tiempo ha permitido que se perfeccionen. Si comparamos aquellos primeros esbozos de conocimientos científicos con los de la actualidad nos podemos percatar de la evolución que han experimentado.

¹ El primero con su *Novum Organon* y el segundo, con su *Discurso del Método*.

c) *La ciencia como la historia de los científicos.*

Es posible, bajo esta concepción de la ciencia, encontrar los personajes que fundaron las ciencias: Aristóteles fundó la lógica (entre otras ciencias), Lavoisier la química, etc. Así mismo, podemos encontrar a sus sucesores, es decir, a aquellos que hicieron aportaciones a las ciencias.

Hasta aquí sería lo concerniente a la visión continuista de la ciencia, de la que espero haber dado una idea clara. Así, en la ciencia no hay rupturas, sino un continuo de conocimientos que se dan por acumulación, evolución o sucesión en las aportaciones de los grandes científicos.

3. La visión discontinuista.

Existen diversas versiones de esta interpretación. Aquí sólo expondré (aunque de manera muy breve) la posición de T. Kuhn y la de G. Bachelard.

Kuhn, en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, nos dice que siendo él estudiante entra en contacto con la historia de las ciencias (en una clase que era para no científicos) llevándose una verdadera sorpresa, ya que mucho de lo que él había concebido como características de la ciencia parecía no estar presente a lo largo de la historia de las ciencias; esto hace que se interese por el problema de la historia de la ciencia (Kuhn, 1999: 9).

Si comparamos la física aristotélica y la newtoniana, ¿qué queda de la primera en la segunda? Parece que muy poco. ¿Esto se puede presentar como una evolución o como el desarrollo de la primera a la segunda? La idea de Kuhn es que no.

No es posible comparar la ciencia de la Grecia antigua y la Ciencia inglesa del siglo XVII; por la sencilla razón de que los supuestos que les dieron origen son distintos. ¿Cómo explicar esto?

Desde la interpretación discontinuista de Kuhn, la explicación sería la siguiente: la ciencia que Aristóteles desarrolló obedecía a un paradigma distinto al de Newton; los supuestos ontológicos, las condiciones socio-políticas, las relaciones económicas, en general el universo social que generó una ciencia no es el mismo en los dos casos. Recordemos brevemente cuál es el desarrollo que siguen las ciencias desde la posición de Kuhn.

En forma esquemática podemos presentarla de la siguiente manera:

Pre-ciencia --- Ciencia Normal ---- Crisis --- Nueva ciencia.

Veamos brevemente en qué consiste cada una de estas etapas.

La pre-ciencia:

En un momento determinado existe una diversidad de soluciones para los problemas, que representan la explicación de los fenómenos y acontecimientos. De entre estas soluciones una es la que se impone a las demás, ¿por qué razón? Piensa Kuhn, que puede obedecer tanto a cuestiones científicas como a cuestiones que nada tienen que ver con la ciencia. Puede darse el caso de que obedezcan a razones de gusto estético, de conveniencia política, etc.

Aquí no existe un modelo que indique qué factores se deben tomar en cuenta para dar una explicación satisfactoria, tampoco existen procedimientos aceptados por la comunidad interesada en resolver problemas específicos y ni siquiera un lenguaje común de trabajo.

La ciencia Normal

De entre las diversas formas de resolver o explicar los problemas, surge una que parece la más adecuada; quizá por su sencillez o por su capacidad para explicar un número mayor de casos o porque socialmente es la que mejor coincide con las costumbres y creencias de la comunidad. Sea como sea, una es la que se establece como modelo a seguir.

Una vez que se ha establecido un modelo, los esfuerzos por explicar el mundo tratarán de aproximar sus procedimientos y fines a él. En este periodo la ciencia es acumulativa, ya que los primeros intentos de resolver los problemas son la base sobre la que se realizan los sucesivos; convirtiendo a la ciencia en una acumulación de respuestas bajo los mismos supuestos.

Pero, las cosas van más lejos; el mismo modelo crea sus problemas. Hay preguntas que se pueden hacer y otras que no, por ejemplo, en la química moderna no podríamos preguntar por el papel que juega el espíritu de la madre tierra en las aleaciones de los metales; o en la física, por la naturaleza de los elementos. A este modelo que rige la “vida” de las ciencias Kuhn le llama “Paradigma”.²

Además, en esta etapa se puede hablar del desarrollo y progreso en las ciencias, ya que si se cuenta con un punto de inicio y los momentos sucesivos, es posible determinar los grados de avance en las explicaciones. Si pensamos en la imagen que nos representa la teoría de los movimientos celestes en Copér-

² No es desconocido que este concepto es harto problemático en la teoría de Kuhn; sin embargo, creo que es un buen punto de partida para explicar algunas de las relaciones que guarda la ciencia con la historia, y sobre todo, puede dar cuenta de por qué, en algunos círculos de la enseñanza, se sigue manteniendo la noción de una ciencia lineal y acumulativa.

nico con la de Kepler y Newton, nos damos una idea de cómo se fue haciendo cada vez más elaborada la teoría y con ello su capacidad de explicación y predicción.

La crisis.

Como ya hemos señalado, las ciencias crean sus problemas y luego intentan resolverlos, pero en algunos casos aparecen cuestionamientos que escapan a las reglas del juego, es decir, se presentan problemas que no estaban contemplados en los supuestos del paradigma. Cuando estos problemas no afectan la columna vertebral de las ciencias, se les deja a un lado y se sigue trabajando como siempre; pero cuando se pone en entredicho el núcleo de los supuestos o cuando se han generado una gran cantidad de problemas que no se pueden resolver por las ciencias, se genera un clima de desconfianza que desemboca en una crisis y en la búsqueda de un nuevo paradigma.

El nuevo paradigma resultará de las propuestas explicativas que estaban presentes bajo el antiguo paradigma; pero que eran vistas como inviables a la sombra de aquel.

La asunción del nuevo modelo replantea los fundamentos mismos de la ciencia; no solo es un cambio de método o de fines, sino que los mismos supuestos metafísicos se ven trastocados. Se trata de un cambio radical.

La ciencia nueva.

La ciencia nueva tiene una otra forma de proceder. El “triumfo” del nuevo paradigma reorienta los esfuerzos explicativos y surge así una nueva forma de hacer ciencia. Ésta con el paso del tiempo se constituirá como ciencia normal, entrará en crisis, será sustituida por otra forma de hacer ciencia, etc.

G. Bachelard.

Frecuentemente nos encontramos con personas que sostienen que la ciencia es una extensión del conocimiento del sentido común. Esto no sería tan importante si no fuera porque esta idea la podemos encontrar en círculos que se dedican a la docencia, lo que trae como consecuencia que se propague de forma importante.

Para Bachelard, esto es completamente falso: “[...] no existe una continuidad entre el conocimiento científico y el del sentido común.” (Bachelard, 1973: 46). Antes bien, el primero surge solamente cuando se rompe con el segundo, cuando se sobrepasan sus márgenes.

En la vida intelectual de la humanidad, han existido actos que producen impulsos inesperados al desarrollo científico. Pero por otro lado, también existen

obstáculos, es decir, resistencias a lo nuevo. El desarrollo de la ciencia es producto del “juego” entre actos y obstáculos, todo nuevo conocimiento es elaborado porque los anteriores no eran del todo satisfactorios y era necesario sustituirlos por una mejor explicación. En este proceso dialéctico se presenta una resistencia a lo nuevo.

De la misma forma sucede entre la ciencia y el sentido común. La ciencia surge de la necesidad de sustituir las explicaciones del sentido común por otras mejor elaboradas.

En el fondo, la diferencia entre un tipo de conocimiento y otro es que el del sentido común está muy cerca de la observación directa (como lo estuvieron en un momento dado algunas de las ciencias. Por ejemplo: cuando se determinó el coeficiente de dilatación del oro se pudo realizar una observación directa sobre el fenómeno. No así en otras situaciones: piénsese en el descubrimiento de que el tiempo se dilata cuando se viaja a una velocidad aproximada a la de la luz o que en esta misma circunstancia la masa tiende a hacerse infinita), en cambio la ciencia parece distanciarse cada vez más de esa observación directa.

Es claro que Bachelard no es el primero ni el último en sostener esta diferencia entre sentido común y ciencia. Es la vieja división parmenídea entre *doxa* y *epistémé*, que era un intento por jerarquizar el conocimiento; dejando al más cercano a la observación en un nivel de menor importancia. En la actualidad, la tesis de Piaget de que la ciencia es posible cuando se toma distancia de los sentidos (para esto se puede revisar el texto de *Psicología y pedagogía* y en concreto el capítulo titulado *mt*) es otro ejemplo que comparte la misma idea de Bachelard.

Hasta aquí, la exposición de la visión discontinuista de la ciencia; al igual que en la sección anterior espero haber dado una idea clara de lo que dice esta interpretación.

Creo que al momento de hacer historia de la ciencia debemos considerar la discusión entre estas dos posturas. Por mi parte, creo que la visión discontinuista es preferible, ya que nos coloca en el contexto de la génesis de la ciencia; evitando -o al menos tratando de evitar- tergiversaciones de los alcances y límites de los conocimientos.

4. Internalismo vs Externalismo

Generalmente se cree que los problemas sobre la ciencia se agotan en la discusión acerca de lo que ella es, o al menos, que éste es El Problema. Sin embargo, y espero haberlo mostrado en la sección anterior, solo podemos

determinar lo que es una ciencia si tomamos partido por una de las interpretaciones que señalamos. Por ejemplo, Aristóteles está en la mejor disposición de llamarle “ciencia” a la filosofía. Recuérdese que era la ciencia de las primeras causas y de los primeros principios (Aristóteles, 1998: 122-123), cosa que ahora no estaríamos dispuestos a aceptar, o por lo menos ameritaría una discusión. Esta estrecha simbiosis entre historia y ciencia nos impele a considerar este tipo de investigación, tan importante como el del método en las ciencias o el de la estructura de las ciencias.

Así como existe un problema para determinar si la ciencia es una actividad continua o no; existe el problema - desde los intentos por historizar la ciencia - de saber qué factores intervienen en su desarrollo. ¿Qué es lo que le permita a una ciencia pasar de un estadio a otro? ¿El desarrollo científico es producto del trabajo interno de los científicos, o intervienen factores externos que posibilitan los cambios y tendencias de la ciencia?

Desde estas consideraciones se presentan dos tesis sobre el desarrollo de las ciencias, esto independientemente de que las ciencias sean un continuo o de que no lo sean. Si es un continuo no habría el problema de hablar de desarrollo; y si no lo es, bastaría suponer – junto a Kuhn- que existe un periodo de ciencia normal donde sí podemos establecer criterios de desarrollo en las ciencias. La primera tesis, conocida como *externalista*, sostiene que los cambios producidos en las ciencias son efectos de las relaciones sociales, políticas y económicas que prevalecen en una sociedad determinada; la segunda, llamada *internalista*, sostiene que las ciencias se desarrollan a partir de determinaciones internas y que la influencia del exterior es secundaria.

Como se podrá ver, el historiador de la ciencia se encuentra nuevamente en una disyuntiva (aunque no necesariamente exclusiva). ¿Cuáles factores fueron más determinantes en la elaboración de la teoría del movimiento de los cuerpos celestes de Kepler, las condiciones sociales o los trabajos de Copérnico?

Decidirse por uno u otro es tomar un camino determinado hacia la narración de una historia de la ciencia, en donde se recalque o el contexto social en el que ésta se desarrolla o el de atender, de manera primordial, a sus determinaciones internas. La tercera posibilidad es que se combinen, es decir, que se explique el desarrollo de las ciencias tomando en cuenta los factores externos así como los internos.

Un sentimiento de comodidad nos invitaría a sostener que la tercera opción es la correcta; si en las dos primeras se les aprecian dificultades *prima facie*, entonces la tercera debe ser la más prometedora.

Hasta donde yo entiendo el problema, efectivamente la tercera es la que nos permite dar cuenta de mejor manera del problema. No solo porque permite explicar mayor número de variables, sino porque metodológicamente se ciñe mejor al problema de hacer una historia de las ciencias. ¿Pero cómo plantear esta tercera posibilidad?

De hecho ya lo habíamos hecho, es lo que presentamos como la visión discontinuista de T. Kuhn.

Kuhn supone que en el desarrollo de la ciencia intervienen factores que no son propiamente científicos (como los supuestos ontológicos), así la ciencia de Aristóteles y la de Newton descansan sobre principios ontológicos diferentes. Aristóteles vivió en un mundo intelectual “esencialista”, herencia de una larga tradición, en donde se buscaba el principio de todas las cosas. Newton “vive en un mundo sin esencias” –al menos en las concepciones científicas –; ya no se trata de buscar la esencia de las cosas sino principios que expliquen cuantitativamente sus transformaciones (ya desde Galileo es notorio este mundo sin esencias).

Es cierto que la teoría de la ciencia de Kuhn tiene imprecisiones (por ejemplo, la ambigüedad del mismo concepto de paradigma) y que no nos informa de cómo se construyen las teorías científicas, pero creo que marca un camino adecuado para hacer una historia de las ciencias.

Hasta aquí hemos presentado algunos elementos para elaborar la historia de las ciencias. Las conclusiones a las que he llegado nos permiten considerar a la visión discontinuista y la combinación de las posiciones internalista y externalista como una viable opción para hacer historia de las ciencias. Esto es, las ciencias deben considerarse como dependientes de un contexto cultural y su desarrollo como producto de determinantes internas y externas.

Ahora, apliquemos nuestras conclusiones a un ejemplo:

5. La Historia de la Química.

Un vistazo a la historia de las ciencias experimentales nos permite ver que éstas han sufrido radicales transformaciones a partir del siglo XVII; a tal grado pueden observarse los cambios que estaríamos tentados a afirmar que fue en este periodo en donde iniciaron. Esto es cierto a medias. Efectivamente, si nos atenemos a nuestro concepto de ciencia (aquel conjunto de conocimientos que intenta explicar un objeto de estudio bien delimitado, que tiene un método propio y que ha alcanzado cierto grado de matematización) ellas surgen a partir del siglo XVII; sin embargo, lo que hoy entendemos por ciencia, no ha sido lo mismo en todos los periodos de la historia (porque la ciencia se define en función de un paradigma y estos han cambiado a lo largo de la historia).

Es en el siglo XVII en donde se inicia el despegue de una tradición científica todavía vigente. Es el siglo de la preocupación por el método y la matematización (axiomatización) de la física, es también el periodo donde nacen las sociedades científicas y en donde se estrechan los lazos entre ciencia técnica e industria. Finalmente, también el momento de profundas transformaciones en las relaciones económicas que permitieron el ascenso de la burguesía al control económico y político de los estados. Es este marco intelectual el que impulsa una nueva forma de indagar las transformaciones de las sustancias, por el paso de una a otra; aunque cabe aclarar que esta nueva forma de investigación no inicia de manera consistente hasta el siglo XVIII³.

Pero ya en el siglo XVII nos encontramos con esta actividad intelectual que hoy llamamos química; veamos cómo es que surge desde las entrañas del paradigma anterior.

Podemos considerar cuatro grandes núcleos de indagaciones referentes a las transformaciones de las sustancias; el primero, el de los alfareros primitivos (cuya investigación es prácticamente irrealizable, ya que sus trabajos están definitivamente ocultos en las sombras del pasado); el segundo, el de la tradición de los antiguos herreros, aquellos hombres que trabajaron por primera vez los metales⁴; la tercera gran tradición, es la de la alquimia, de lo cual ya se ha escrito mucho, pero es indispensable considerarla porque ahí finca su nacimiento la química moderna. Finalmente, la última de estas tradiciones es la de la química.

En el esquema de Kuhn, las tres primeras tradiciones pertenecerían a la preciencia y la última a la ciencia. Expongamos el porqué:

La tradición de los herreros.

No tenemos suficientes datos para afirmar de manera contundente que la tradición de los alfareros primitivos y la de los herreros haya sido distinta, ya que como he señalado más arriba, la primera prácticamente la desconocemos; sin embargo, podemos suponer que el avance técnico y la compleja organización social, de las sociedades de herreros, marcan una diferencia fun-

³ Creo que esto se debió a factores de índole externos como internos; por un lado, no era claro cómo se podía aplicar (industrialmente) los descubrimientos en la transformación de las sustancias: el uso artesanal en el siglo XVII era todavía suficiente para producir los satisfactores de la sociedad.

⁴ En este campo se han hecho grandes esfuerzos por dilucidar aquellos viejos secretos, entre estos esfuerzos cabe mencionar los de M. Eliade cuya intención no es estrictamente científica; pero al presentarnos un panorama de cómo se organiza el pensamiento primitivo y sobre todo en su relación con la capacidad de transformación de la materia, nos da la posibilidad de introducirlo como parte de la búsqueda por explicar las transformaciones de las sustancias.

damental con las sociedades más antiguas, por ejemplo, la de los alfareros primitivos; y ello influye en la forma en que se relacionan con el mundo de las sustancias y de sus transformaciones. En todo caso, es conveniente iniciar nuestra exposición en el periodo de los herreros porque, como menciona M Eliade:

“Acaso debiérase haber iniciado estudiando la experiencia demiúrgica del alfarero primitivo, puesto que fue el primero en modificar el Estado de la Materia. Pero el recuerdo mitológico de esta experiencia demiúrgica no ha dejado apenas vestigio alguno” (Eliade, 2001: 9).

La tradición de los herreros surge en un mundo lleno de veneración y respeto por la naturaleza, las desventajas en las que se sentían los antiguos hombres de la Edad de Hierro respecto a los fenómenos naturales y el recuerdo de tiempos todavía más comprometedores; pero principalmente, el sentirse parte de esa naturaleza, le infundía a aquella visión un hálito que hoy desconocemos.

Dice M. Eliade en su libro *Herreros y alquimistas*:

“Las sustancias minerales participaban del carácter sagrado de la Madre Tierra. No tardamos en encontrarnos con la idea de que los minerales <<crecen>> en el vientre de la Tierra, ni más ni menos que como si fueran embriones. El minero y el metalúrgico intervienen en el proceso de la embriología subterránea, precipitan el ritmo del crecimiento de los minerales, colaboran en la obra de la Naturaleza, la ayudan a <<parir más pronto>>” (Eliade, 2001: 10).

Esta concepción sagrada de la actividad del herrero y del metalúrgico permiten transformar la materia; pero con tres limitantes: a) al ser un acto sagrado, no está al alcance de todos, su conocimiento es dado a unos pocos que han pasado por un proceso de iniciación, b) es un trabajo en el que se está asistiendo a un ser sagrado (y por tanto a un ser vivo) y se debe tratar con sumo cuidado (de aquí, los complicados y minuciosos rituales) y c) el desarrollo de las técnicas de transformación se limitan a las aleaciones y la creación de utensilios y herramientas “simples”.

En el texto de Eliade que ya mencioné se nos dice que entre algunas tribus australianas y los Malaca de América del Norte el papel de los meteoritos es muy importante en sus rituales y cosmología (Eliade, 2001: 9); de la misma forma en que lo fueron para los pueblos antiguos, por ejemplo, el Palladion de Troya o el Heliogábalo en Emesis. La importancia de estos objetos reside en su origen celeste; pero también en que fue la primera forma en que los hombres conocieron y manipularon los metales. Según Eliade, antes de que el hombre dominara el fuego, los objetos incandescentes caídos del cielo fueron

los que proporcionaron la materia prima de los antiguos herreros, quienes lo veían como un regalo (Eliade, 2001: 21). Si esto es así, no nos debe extrañar el origen religioso de esta actividad. Luego, al darse cuenta de que estos mismos metales estaban en el “vientre” de la tierra, se consideró que el cielo la había preñado, los metales eran hijos del cielo y la tierra. En un tiempo mítico se había celebrado una gran boda entre ellos.

El mundo que ofrece la reflexión sobre estos temas es apasionante y muy extenso; pero la breve caracterización que he hecho de él me es suficiente para mi propósito, ya que son puntos de contraste con las otras tradiciones.

Solamente -y para finalizar este punto- nótese que la actividad es fundamentalmente orfebre y sacra. Aquí, la transformación de las sustancias es análoga a un proceso biológico; el ser humano solo es un espectador de los procesos de desarrollo de aquellas y su participación es como ayudante en estos procesos.

La Alquimia

Iniciaré este apartado insistiendo en que este trabajo no tiene la intención de ser exhaustivo. La alquimia, al igual que los temas anteriormente tratados, es un tema sumamente complejo y extenso; por ello, aquí sólo presentaré algunos de sus aspectos más importantes, con el fin de contrastarlos con las otras tradiciones.

El primer problema al que nos enfrentamos cuando indagamos sobre la alquimia es, ¿qué es ella? ¿Cuáles son sus características más importantes?

Algunas veces se dice que era una actividad de charlatanes que engañaban a los incautos, haciéndoles creer que podían convertir algún metal en oro, otras que era una pseudociencia cuyos métodos son inaceptables y otros nos dicen que es la antecesora de la química. Creo que la diferencia entre las opiniones se debe a que se le juzga con parámetros externos a ella y en ese sentido se pierden de vista sus objetivos, alcances y límites. No está por demás recalcar que esta forma de evaluarla (y lo mismo se hace con otras actividades intelectuales del pasado) solo es deseable si se quiere resaltar la visión propia, como la verdadera o acaso la única.

Veamos cuáles son las características de la alquimia. Para ello recurriré a dos textos que son radicalmente diferentes⁵:

⁵ Uno pertenece a la tradición mitológica y el otro a la filosófica. Esto tiene la intención de rescatar los rasgos principales que se le otorga a la alquimia desde dos campos que la han estudiado de manera profunda y cuidadosa.

Dice el Diccionario de Símbolos de Chevallier y Gheerbrant:

“La alquimia es el arte de la transmutación de los metales en vista de la obtención de oro. Pero producir oro metálico para gozarlo, incluso, como en la China, oro potable para consumirlo en vista de alcanzar la longevidad corporal, no es ciertamente la meta verdadera de la alquimia. No es, en grado alguno, una pre-química, sino una operación simbólica” (Chevallier y Gheerbrant, 1999: 84).

Y en el Cambridge Dictionary of Philosophy:

“A quasi-scientific practice and mystical art, mainly ancient and medieval, that hand tow board amiss: to change base metals into gold and to develop the elixir of life, the means to immortality”⁶ (Audi, 1995: 16). Creo que en estos textos se plantean de manera clara los dos objetivos generales de la alquimia:

- a) La búsqueda de la transmutación de los metales.
- b) La búsqueda del elixir de la vida.

Aunque quizá no se aprecia otra dimensión, existe tras estos objetivos explícitos la convicción de que es posible perfeccionar la naturaleza. Así, cuando se pretende transmutar los metales en oro, lo que en realidad se está haciendo es ayudar a la naturaleza a alcanzar un estado más perfecto; por ello la confianza en beber el oro potable, ya que éste es un estado perfecto de la naturaleza. De la misma forma cuando se procura el elixir de la vida se busca el mejor estado de los hombres, la pureza espiritual; solo el hombre que es puro en espíritu puede aspirar a una vida larga. Además, hay que recordar que los hombres son parte de ese todo que es la naturaleza y si se perfecciona él contribuirá a un estado más elevado de la naturaleza en general.

Es importante señalar que la tradición de la alquimia se presenta en distintas sociedades y en cada una de ellas con matices propios; por ejemplo, en la tradición greco-egipcia, se pueden distinguir tres épocas:

- a) La época de las recetas técnicas.
- b) La época filosófica.
- c) La época de la literatura alquímica propiamente dicha (Brock, 1998: 29-36).

⁶ “Una cuasi-científica práctica y mística arte, principalmente antigua y medieval, que trata dos presupuestos: cambiar metales base en oro y descubrir el elixir de la vida, el medio a la inmortalidad.” (traducción del editor)

Pero ésta es sólo un matiz de los muchos que adquirió la alquimia, y sólo un estudio minucioso y bien contextualizado nos dará una visión precisa de esta actividad.

En fin, lo que les es común a los alquimistas es que se embarcaron en la aventura del perfeccionamiento de la naturaleza, y para ello crearon ingeniosos experimentos y procedimientos, como el Baño María o el del Suace, o las máquinas neumáticas, etc. Existen diferencias importantes con la tradición anterior, es decir, con los herreros. Estos no buscaban contribuir al perfeccionamiento de la naturaleza; sus actos eran más bien la asistencia a un proceso que la naturaleza realizaba con independencia de los hombres. Tampoco había la intención de producir oro ni un elixir de la vida. Así, la alquimia, aunque heredera de la tradición anterior, no se separa por completo de ella.

Veamos otro aspecto importante en el esquema explicativo de Kuhn.

Según Kuhn existen medios que permiten que el modelo se difunda⁷. Estos medios tanto en el caso de la alquimia como en el de la tradición de los herreros, eran el mismo: El ritual.

Entre Herreros existían procedimientos que sólo funcionan si se ofrece un sacrificio a las divinidades, generalmente era una vida; en el de los alquimistas rezos o conjuros para hacerse favorables a las fuerzas sagradas.

Era el ritual, que pasaba de generación en generación (entre los herreros) y de maestro a alumno (en el caso de la alquimia) el que permitía que un modelo de hacer las cosas (en este caso de transformar las sustancias) se conservara, difundiera y hegemonizara.

Hasta aquí este breve repaso a algunos de los elementos importantes de la tradición alquímica.

La química.

La sustitución de la alquimia por otra forma de investigar la transformación de las sustancias, parece confirmar la tesis de Kuhn, de que toda interpretación y explicación del mundo finalmente entra en crisis.

Dentro de la tradición alquímica surgieron problemas que fueron imposibles de resolver con los medios teóricos y prácticos con los que se contaba; a tal grado que la confianza en esta forma de investigación se vio seriamente

⁷ En la ciencia moderna la forma en que se difunde el paradigma es en los libros “clásicos” de ciencia y en los libros de texto (Kuhn, 1999: 20). Esto es muy importante porque permite que el paradigma hegemonice, desde la instrucción básica, la forma de hacer ciencia.

afectada; a esto se le unió el éxito de un modelo de hacer ciencia que presentaba soluciones más coherentes con una visión del mundo, modelo que se había iniciado con Galileo. La consecuencia fue el abandono de la alquimia como modelo de investigación y explicación.

Los problemas más importantes que no pudo resolver la alquimia los podemos agrupar en:

- a) El problema de “la naturaleza” del aire.
- b) El problema de la clasificación de la materia.
- c) La existencia del flogisto.
- d) El aumento de peso en los metales calcinados.
- e) La composición de los ácidos.

Como se ve, los tres primeros obedecen a problemas teóricos y los dos últimos a cuestiones de índole práctica, aunque finalmente están íntimamente relacionados como lo veremos a continuación.

Pero hay otro problema que no podemos dejar a un lado, aunque no es de la misma naturaleza de los anteriores. El problema de la vinculación de la alquimia con la industria.

Al considerarse la alquimia como una actividad fundamentalmente espiritual, sus practicantes no se preocuparon por vincularla con los procesos industriales que estaban en franco desarrollo y esto contribuyó de manera decisiva a su abandono⁸.

En su Historia de la Química, Brock nos dice:

“En la década de 1750 y 1760 el gobierno francés tomó conciencia de que la industria <<se fomentaba mucho más en Inglaterra que en Francia>>. Las autoridades se preguntaron si la riqueza y prosperidad que Gran Bretaña obtenía del comercio y las fábricas se debía a que los ingleses no están obstaculizados por reglamentos e inspecciones [...]” (Brock, 1998: 94)

Sigue diciendo Brock que esto trajo consecuencias de distinta índole, entre ellas la resolución del gobierno francés de inventariar sus recursos y de hacerse de “una oleada de traducciones de obras técnicas alemanas y escandina-

⁸ Podríamos decir que este es el momento en que el modelo de investigación entra en crisis. Quizá no se podría sostener que es un paradigma el que entra en crisis, porque no existían prácticas de investigación homogéneas.

vas sobre minería, metalurgia y análisis mineral” (Brock, 1998: 94). Esto es importante porque éstos son los referentes que consideró Lavoisier para replantear los fundamentos de la alquimia.

Regresando a los problemas que enfrentó la alquimia, expongamos brevemente:

El Problema de la naturaleza del aire

En este punto hay que considerar dos cuestiones:

- a) La creencia de que el aire es un elemento.
- b) La teoría del flogisto, que consideraba que el aire no participaba en la combustión.

Respecto al primer punto, hay que recordar que ya en la antigua Grecia se consideraba que el aire era uno de los elementos que constituían la naturaleza, y por ello era siempre homogéneo, por ejemplo, en la Teoría de los cuatro elementos de Empédocles. Esta idea permaneció durante muchos siglos, y a pesar de que hubo discrepancias con ella, no fue sino hasta 1754 cuando se pudo demostrar que existen distintos tipos de aire. Esta demostración se debió al escocés Joseph Black, quien produjo en laboratorio dióxido de carbono y mostró que sus propiedades eran distintas a las del aire atmosférico -por ejemplo, que aquel volvía lechosa el agua de cal y no podía someterse a combustión-. Esto hablaba a favor de una pluralidad de aires -Black llegó a producir artificialmente una veintena de aires, todos con propiedades distintas (Brock, 1998: 120)- y la idea del aire como elemento tuvo que ser abandonada.

En el segundo punto es más clara la crisis que presentó la alquimia. Los alquimistas sostenían que la combustión se producía por la presencia del flogisto.

Esta teoría se debe a Stahl, aunque tiene su antecedente en la teoría de las tres tierras de J. Becher.

Becher consideraba que la naturaleza estaba constituida con tres tipos de tierras, a saber:

“La tierra fluida o tierra de mercurio; aportaba fluidez y sutileza, volatilidad y metalicidad a las sustancias.

La tierra pinguis o tierra crasa. Proporcionaba las propiedades olorosas y sulfúreas, así como la combustibilidad.

La tierra lapídea o tierra vítrea. Esta constituía el principio de fusibilidad.” (Brock, 1998: 84)

Stahl estuvo de acuerdo con Becher en que estas tierras eran las que constituían la naturaleza, pero hizo dos cambios; a las tres tierras le sumó el agua como elemento de la naturaleza y le cambió el nombre a la tierra pinguis, por flogisto.

Así, el flogisto estaba presente en los cuerpos y su combustibilidad se debía a la presencia de aquel como parte de las propiedades de los cuerpos. El aire no intervenía en la combustión.

El problema de la existencia del flogisto.

La teoría del flogisto se enfrentó a un grave problema -y aquí ligamos con el cuarto problema: los metales al calcinarse aumentan de peso-. Si la teoría del flogisto fuera cierta los cuerpos al calcinarse consumirían el flogisto que contuvieran y perderían peso. Pero esto no es así⁹. Esta prueba era suficientemente concluyente como para abandonar la creencia en el flogisto, pero los alquimistas no la abandonaron de inmediato; de hecho buscaron ajustarla. El flogisto era una sustancia tenue en la que todos los cuerpos “flotaban”, decían unos, o que era parte del aire, decían otros. A tal grado llegaron los intentos por salvar la teoría del flogisto que esta palabra terminó en una completa ambigüedad y llevó a Lavoisier, en 1785 a decir:

“Todas las reflexiones confirman lo que adelanté, lo que me había propuesto demostrar y que ahora reitero. Los químicos han hecho del flogisto un principio tan vago, que no está rigurosamente definido y que, consecuentemente, encaja en toda las explicaciones solicitadas. A veces tiene peso, otras carece de él; a veces es fuego libre, otras es fuego combinado con tierra.... ¡En un verdadero portento que cambia de forma a cada instante!

La teoría del Flogisto ya no era necesaria porque no explicaba nada” (Brock, 1998: 110).

La composición de los ácidos.

La teoría de los ácidos que sostenía la alquimia es producto de una concepción dualista de la realidad; así como hay bien y mal en el alma de los hombres, en el cuerpo existen sustancias que son ácidas y otras que son alcalinas. Así sostenía F. Silvio que el calor vital es producto de la efervescencia. Según

⁹ Nos dice Brock: “En 1779 la mitad de la revolución de Lavoisier ya se había llevado a cabo. El gas oxígeno era un elemento ponderable que contenía calor, o calórico, como Lavoisier lo llamaba para evitar la palabra flogisto, el cual mantenía al oxígeno en un estado gaseoso. AL reaccionar con metales y no metales se desprendía calor, y el elemento oxígeno se fijaba a la sustancia, causando el incremento de peso” (Brock, 1998: 107)

él, la sangre contiene bilis oleosa y volátil (álcali) que reacciona en el corazón con la sangre (del corazón), la cual contiene los espíritus ácidos (Brock, 1996: 65). En 1665, Boyle critica esta definición de Silvio, y define de manera operacional lo que es un ácido. Boyle encontró que el jugo concentrado de violetas se tornaba rojo con los ácidos y verde con los álcalis; el ácido era una sustancia que volvía rojo el jugo concentrado de violetas (Brock, 1998: 71). La teoría del flogisto también influyó en la definición de los ácidos; de hecho se llegó a pensar que era este elemento misterioso el que los producía.

El problema era que estas definiciones eran poco satisfactorias para formar parte del nuevo modelo que se estaba gestando. Ya no se trataba de una explicación para un mundo dividido en espíritu y materia, ni era una cuestión de saber práctico, y la teoría del flogisto estaba en plena caída.

Hasta aquí he tratado de presentar un panorama general de los problemas que se le presentaron a la alquimia y que fueron los que impulsaron a una nueva forma de hacer ciencia sobre las transformaciones de la materia. He pasado por alto detalles que en una historia de la química no deberá hacerse; pero esto sólo es una propuesta de cómo se podría hacer un trabajo de ésta índole.

Pero falta la otra parte, es decir, las respuestas que finalmente fueron las que iniciaron el camino hasta nuestra ciencia química, de las que expondré brevemente algunas.

Existe una discusión respecto a la paternidad de la química; algunos dicen que es de origen alemán, otros que es inglesa y otros que es francesa.

Yo creo que es la combinación de las dos últimas y esto por lo siguiente. La química le debe mucho a la labor de Lavoisier. Él fue quien tuvo la clara intención de revolucionar la tradición alquímica: “Me he sentido obligado a reconsiderar todo lo que se ha investigado con anterioridad a mí como algo meramente hipotético” (Brock, 1998:104).

No es de sorprender esta audacia, ya que a él, al ser abogado -y por ello estaba fuera de la tradición alquímica-, no le pareció grande el costo intelectual de poner en duda todo lo que se había hecho en este campo.

Pero las aportaciones de Lavoisier no se reducen a una voluntad de renovar la alquimia, van mucho más allá.

Lavoisier creyó conveniente proporcionar un lenguaje propio a la nueva ciencia. Para ello produjo revistas y manuales que difundieron las nuevas nomenclaturas e ideas. Con el mismo propósito se hizo de un círculo de seguidores (es decir, difundir la nueva forma de hacer ciencia).

Resolvió, al menos en ese momento, dos grandes problemas: el de la acidez y la combustión.

Así hacia 1778 supuso que los ácidos eran sustancias que se generaban a partir de la combinación del oxígeno con otras sustancias; creyó así que el oxígeno estaba presente en todos los ácidos.

Respecto a la combustión sostuvo que el oxígeno contenía calor o calórico que se desprendía durante la combustión de los metales y no metales; mientras que este gas se fijaba en la sustancia.

A pesar de las grandes aportaciones de Lavoisier, faltaba algo para construir una nueva teoría de las transformaciones de la materia: El modelo.

Este modelo fue importado de la física. Solo con las aportaciones de Dalton fue posible la química.

El modelo consistía en la teoría atómica que durante siglos estuvo presente en las teorías científicas y que para el siglo XVII ya estaba lista para ser el soporte no solo de la física sino también de la naciente química. No podemos concebir las transformaciones químicas de la materia sin considerar que ésta está constituida de átomos que se combinan o se separan.

Si lo que he dicho hasta aquí es cierto, la historia de la química en sentido estricto inició en el siglo XVIII, con las aportaciones de Lavoisier y Dalton.

6. Conclusión

Hacer historia de las ciencias no es solamente narrar despreocupadamente los acontecimientos que se suponen son relevantes al caso, más bien, es comprometerse con una forma de interpretar esos acontecimientos.

Cada hecho narrado (como parte de la historia de las ciencias) no se elige de manera neutral, se hace seleccionándolos bajo una concepción de lo que la misma ciencia es y considerando su historia.

Lo que aquí hemos presentado son las decisiones elementales que se deben considerar a la hora de hacer una historia de la ciencia, a saber, si existe una continuidad en las ciencias o no, y qué tipo de determinaciones (internas o externa) son más relevantes para la constitución de la ciencia. Hemos tomado partido en esta discusión y luego, presentamos un ejemplo de nuestras decisiones.

La química, como cualquier ciencia, está regida por cánones de cómo se deben construir sus conocimientos y descubrimientos; dichos cánones van desde la forma en que se debe experimentar hasta las orientaciones que demanda las carencias de una sociedad.

El historiador de la ciencia debe ser consciente de que él mismo está bajo la influencia de estos elementos teóricos y que la selección de los pasajes que considera relevantes para la historia de la ciencia están determinados por su concepción de ciencia y de su visión del desarrollo científico.

De lo dicho aquí podemos decir que la química es una ciencia que aparece en el siglo XVII, que antes de ella existían investigaciones cuyas temáticas se asemejaban a su objeto de estudio. Pero que fue con las aportaciones de un modelo (el de la física) y la intervención de Lavoisier (que supo resolver problemas fundamentales en la explicaciones de la transformación de las sustancias) que aparece como un nueva forma de investigación, todo esto sin olvidar las condiciones y demandas sociales que le orientaron en una determinada dirección. Pero todo esto nos muestra que la aventura de la historia de la química apenas inicia.

Hasta aquí lo que deseaba presentar. Quizá hicieron falta mayores detalles de los procesos empleados en las diferentes etapas de investigación o quizá se extrañe algunos detalles que se consideren relevantes para hacer un historia de esta ciencia; y sin embargo, creo, que el objetivo ha sido cumplido. Todo de lo que carece esta propuesta será materia de nuevas investigaciones. ¶

BIBLIOGRAFÍA

- Aristoteles. (1998). *Metafísica*. (Madrid: Gredos).
- Audi, R., & Rorty, R. 1996. *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. (USA: Cambridge University Press).
- Bachelard, G. 1973. *La filosofía del no*. (Buenos Aires, Argentina: Amorrortu).
- Brock, W. 1998. *Historia de la Química*. (Madrid : Alianza).
- Chavelier, J. y. 1999. *Diccionario de los símbolos*. (Barcelona : Herder).
- Eliade, M. 2001. *Heros y Alquimistas*. (Madrid: Alianza) .
- Frindizi, R. 1986. *La filosofía como actividad esencialmente humana*. En R. Frondizi, *Ensayos filosóficos*. (México: Fondo de Cultura Económica).
- Kuhn, T. 1999. *La estructura de las revoluciones científicas*. (México: Fondo de Cultura Económica).
- Saldaña, J. J. 1989. *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. (México: UNAM).

Recibido: Abril 14, 2011; Aceptado: Mayo 27, 2011.