

El método deductivo en Buffon y su relación con tradiciones experimentales de su época

José Alsina Calvés *

Resumen: Aunque influenciada inicialmente por las ideas sensualistas y empiristas de Locke y Hume, la metodología científica de Buffon evoluciona hacia un modelo deductivo, en el que de proposiciones metafísicas y cosmológicas se derivan hipótesis científicas particulares, que son posteriormente contrastadas con experiencias. Este método, racionalista y cartesiano, llega a su máxima expresión en *Las Épocas de la Naturaleza*. Todo ello aleja a Buffon de los estándares comúnmente admitidos en su época de “buena ciencia”, que eran de raíz empirista, inductivista y baconiana. Tradiciones experimentales tan importantes como la de los “fluidos sutiles” o la química de los gases tuvieron poca influencia en la obra de Buffon.

Palabras clave: cartesiano, deductivo, empirista, “fluidos sutiles”, inductivista, tradiciones experimentales

The deductive method in Buffon and its relationship with the experimental traditions of its era

Abstract: Although initially influenced by the sensualist and empiricist ideas of Locke and Hume, Buffon’s scientific methodology evolves toward a deductive model, in which concrete scientific hypothesis are derived from metaphysical and cosmological propositions, which are subsequently contrasted with the experience. This method, rationalist and Cartesian, reaches its maximum expression in *Les époques de la nature*. All of this takes away Buffon from the standards generally accepted in his time as “good science”, which was rooted in empiricism, inductivism and Baconianism. Experimental traditions as important as the “subtle fluids” or the chemistry of the gases had little influence in the Buffon’s work.

* Instituto Galileu Galilei. C/Corcega 603, 3º 1ª, Barcelona, Espanha, Zipcode 08025.
E-mail: jalsina2@xtec.cat

Key-words: cartesianism, deductive, empiricism, “subtle fluids”, inductivist, experimental traditions

1 INTRODUCCION

Este artículo forma parte de un trabajo de investigación más amplio (*Génesis de conceptos geológicos a lo largo de los siglos XVII y XVIII: una perspectiva filosófica*) en el que se pretende estudiar la génesis de la geología como disciplina científica. Se dedica una atención especial a la figura de Jean Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), especialmente a su *Teoría de la Tierra*, contenida en la *Historia Natural*, y a las *Épocas de la Naturaleza* (Alsina, 2009, pp. 5-32). El modelo filosófico básico adoptado sería una síntesis entre las Tradiciones de Investigación descritas por Larry Laudan, con los modelos de selección natural de Toulmin, Hull, Richards y Campbell (Alsina, 2006).

Cada Tradición de Investigación es un linaje de teorías, y el parentesco o “aire de familia” entre ellas se percibe por la comunidad de conceptos y de métodos. Pero las Tradiciones de Investigación, como linajes evolutivos, están sujetas a cambio.

Las Tradiciones de Investigación compiten entre sí en el medio social y cultural para sobrevivir. También compiten las teorías científicas entre sí. En nuestro modelo, las teorías son las interactoras y los conceptos que las integran actúan de replicadores. Pero la selección no se ejerce solamente sobre los conceptos, sino también sobre los métodos, pues estos reflejan una cierta idea de la ciencia y de sus objetivos.

En nuestro modelo, Buffon forma parte de una tradición de investigación iniciada en el siglo XVII por Nicolas Steno (1638-1686), caracterizada por una fuerte impronta racionalista y cartesiana que la conduce hacia un método deductivo y a la construcción de grandes sistemas. Esta metodología la sitúa en conflicto con los estándares de “buena ciencia” propios de su época, que son de raíz empirista e inductivo.

En este artículo pretendemos estudiar:

- La evolución de la metodología de Buffon
- La metodología como un problema conceptual, es decir, como algo que debe adaptarse a los estándares aceptados de la ciencia en un momento determinado.

- La extinción de la Tradición de Investigación que Buffon representa como un fenómeno cuyas causas son más de tipo metodológico que conceptual.

2 EL METODO DE BUFFON EN LA HISTORIA NATURAL

El año 1749 se publicaba en París, en la Imprenta Real, los tres primeros volúmenes de la que sería la gran obra de Buffon: la *Historia Natural, general y particular* (Buffon, 1844). Va a ser objeto especial de nuestra atención el “Premier Discours: de la manier d’étudier et de traiter l’Histoire Naturelle” (Buffon, 1844, pp. 5-27). Más adelante nos ocuparemos de la *Teorie de la Terre* como obra protogeológica.

En el “Primer Discurso” se plantea un método para el estudio de la Historia Natural. En el momento en que Buffon aborda el estudio de la Historia Natural, ésta se perfila como una disciplina difusa, en el interior de la cual se atisba la geología como disciplina posible. En aquellos momentos la Historia Natural es una materia de límites borrosos, sin un método definido. Buffon pretende ser el Newton de la Historia Natural, y lo primero que debe hacer es desarrollar un método.

Ahora bien, el discurso de Buffon se centra básicamente en la cuestión de la clasificación de los organismos, es decir, en un tema que interesa a la botánica y a la zoología, y poco a la geología. Pero esta insistencia en cuestiones metodológicas relativas a los seres vivos tiene un importante corolario que sí que nos interesa: la delimitación entre seres vivos y minerales, y el impugnar la antigua división tripartita de reinos animal, vegetal y mineral, tal como veremos.

Buffon reivindica una Historia Natural general y particular. Esto significa impugnar la concepción más extendida en su momento de esta disciplina, según la cual debía limitarse a ser un catálogo clasificatorio de seres naturales. Buffon rechaza el método clasificatorio de Linneo, fundamentado en unos pocos caracteres, al que reputa de “artificial”, y le contrapone el suyo, basado en la idea de “equivalencia de caracteres”, y en un estudio globalista de la biología del organismo, que incluya cuestiones ecológicas y etológicas (en términos modernos). Para Roger (1988, p. 130) la Historia Natural de Buffon quiere ser una biología *avant la lettre*.

Pero esta biología *avant la lettre* de la que nos habla Roger implica también una geología. La consecuencia inmediata del método de clasificación de los seres vivos que postula Buffon es que las fronteras entre los tres reinos no son idénticas. Los reinos animal y vegetal tienen en común aspectos sustanciales que los distinguen radicalmente del mineral (Buffon, 1997, p. 50).

Todos los seres naturales son materia y tienen entre sí unas propiedades comunes. Pero el mineral es, según Buffon, materia bruta, inactiva, que solo actúa constreñido por las leyes de la mecánica. En cambio, animales y vegetales tienen en común una organización animada, la facultad de crecer y, sobre todo, la de reproducirse. Animales y vegetales están constituidos por “partes orgánicas primitivas e incorruptibles”: las moléculas orgánicas (Buffon, 1997, pp. 51-52).

Aunque el “Primer Discurso” (Buffon, 1844, pp. 5-27) tiene un contenido mucho más amplio (Alsina, 2003, pp. 639-646) aquí no vamos a extendernos, porque desde el punto de vista que nos interesa la cuestión es la siguiente: el método de clasificación que Buffon postula, impugna la división de los seres naturales en tres reinos equivalentes, agrupa a los seres vivos por un lado y a los minerales por otro, división que lleva en su seno la división entre las dos disciplinas posibles que se entrevén: la biología y la geología. Vuelve a aparecer la división establecida por Steno.

A pesar de que la Historia Natural no es el objeto de nuestro estudio hay algunas cuestiones metodológicas que Buffon explicita en el “Primer Discurso” que merecen nuestra atención. En las críticas metodológicas de Buffon a Linneo parecen revelarse influencias de la filosofía de John Locke (1632-1704) (Hankins, 1988, pp. 162-163). Las “esencias” de las cosas (y, en este caso de las plantas y animales) nos son totalmente desconocidas, arguye Buffon, y solamente a través de nuestros sentidos podemos obtener conocimiento de la naturaleza. Buffon utiliza estos elementos empiristas (o sensualistas) para refutar a Linneo, aunque es obvio que después no los aplica.

La posición casi nominalista de Buffon, cuando niega la existencia real de géneros y de especies manifiesta una clara influencia de Locke, pero su afirmación de la continuidad y de la gradación de los seres vivos, que no deben ser incluidos en grupos discontinuos, nos remite a Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716).

Buffon reivindica un método “natural” a través de una metáfora inspirada en Locke y David Hume (1711-1776): la del hombre amnésico, colocado en medio del campo donde sucesivamente se presentan a su vista animales terrestres, aves, plantas y piedras (Buffon, 1844)¹. Este hombre “natural”, sin ideas innatas, en el que incluso pueden apreciarse ecos rusionianos, reconstruye, naturalmente, el sistema que Buffon propone. Empieza por distinguir la materia animada de la inanimada (importante distinción desde el punto de vista de la futura delimitación disciplinar de la biología y la geología). Después distingue los reinos animal, vegetal y mineral; posteriormente entre Tierra, Aire y Agua, y finalmente, al ocuparse de los animales, reproduce las agrupaciones que Buffon propone.

Hay otro aspecto en el “Primer Discurso” (Buffon, 1844, pp. 5-27) de importancia metodológica, y, a veces poco considerado: las alusiones despreciativas de Buffon hacia los microscopistas. En primer lugar, al rechazar los métodos que considera incorrectos para el estudio de la Historia Natural, Buffon se refiere a dos tendencias opuestas, ambas condenables desde su punto de vista:

En el estudio de la historia natural hay dos obstáculos igualmente peligrosos; el primero no tener ningún método; el segundo querer relacionarlo todo con un sistema particular. (Buffon, 1844, pp 22-23)

En este párrafo, Buffon se refiere a dos naturalistas muy representativos (Alsina, 2003, pp. 639-646), René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) y Carlos Linneo (1707-1778). Y es precisamente Réaumur (“el que no tiene ningún método”, Buffon, 1844, pp. 22-23) uno de los principales representantes de la tradición microscopista y, paradójicamente, un autor que aplica los métodos inductivos que teóricamente defiende Buffon.

Más adelante, y aunque sea para rechazar el método de Linneo, hay una alusión despectiva al microscopio. Dice Buffon que un método de clasificación de las plantas por el número de estambres nos obliga a cargar siempre con un microscopio si salimos al campo a identificar plantas.

¹ Ver también la edición facsímil a cargo de Pietro Corsi y Thierry Hoquet nel website <www.buffon.cnrs.fr/>.

Aunque más adelante nos referiremos a la relación de Buffon con las diversas tradiciones experimentales de su época, pensamos que estas cuestiones merecen un comentario, pues aunque son ajenas a su pensamiento geológico, no lo son, en absoluto, a su metodología.

En el momento en que Buffon escribe el “Primer Discurso” de la Historia Natural pensamos que sus ideas sobre el método son algo confusas, y acusan influencias contradictorias. Buffon tiene claro que su proyecto de Historia Natural es diferente al desarrollado por Linneo, y también al desarrollado por los microscopistas, representados por Réaumur.

Buen conocedor de la tradición empirista británica, Buffon utiliza argumentos de Locke para criticar a Linneo. Pero además Buffon hace una lectura “sensualista” del empirismo, lo que le lleva a despreciar, o a no fiarse, de los instrumentos que deben actuar de intermediarios entre la sensación y los sentidos. Esto explica su poco aprecio al microscopio, y explica también que en sus experiencias sobre el enfriamiento de esferas de diversos materiales no utilice el termómetro.

En las ideas sobre el método es, pues, indiscutible que en Buffon hay influencias del empirismo británico. Estas influencias se manifiestan en algunos de los argumentos que utiliza para criticar a Linneo, en su versión “sensualista” del empirismo que le provoca desconfianza hacia los instrumentos (termómetro, microscopio), y en sus vagas, pero constantes, alusiones a la inducción y a la necesidad de razonar científicamente a partir de los hechos.

Sin embargo en el método de Buffon, sobre todo en el método real (no el invocado) que utilizará desde el principio, las influencias dominantes son racionalistas. Las influencias de René Descartes (1596-1650) y de Leibniz se encuentran en el núcleo central del método de Buffon, y estas influencias, que serán manifiestas en las *Épocas*, se perciben ya en la Historia Natural.

La Historia Natural que Buffon aspira a construir es, ante todo, un *sistema*. Las diversas partes de este sistema se relacionaran entre sí de modo lógico y deductivo, y se anclarán en la realidad a través de experiencias corroboratorias. En este sentido hay dos cuestiones muy significativas: la primera es que tanto en la *Teoría de la Tierra* (Buffon, 1844, pp. 29-52) como en las *Épocas* se establece un nexo fuerte, de

carácter deductivo, entre la astronomía y la geología (aunque no se la cita con este nombre); la segunda es que en ambas obras se expone primero el discurso teórico y posteriormente los hechos empíricos en que se fundamenta este discurso².

Veamos a continuación como el método de Buffon se aplica a las cuestiones protogeológicas en la Historia y Teoría de la Tierra y en Las Épocas de la Naturaleza.

3 EL MÉTODO DE BUFFON EN LA HISTORIA Y TEORÍA DE LA TIERRA

La “Teoría de la Tierra” y las “Pruebas de la Teoría de la Tierra” (Buffon, 1844, pp. 121-343) constituyen las dos partes siguientes al “Primer Discurso” en la Historia Natural. Aquí no hay una declaración de principios metodológicos como en las *Épocas*, sino que se pasa directamente de un “Primer Discurso”, en el cual se trata básicamente de la clasificación de los seres vivos, a considerar el origen del sistema solar y de la Tierra.

Sin embargo, los pasajes en clave metodológica son abundantes. En primer lugar Buffon nos dice que la “historia general de la Tierra” debe preceder a la “historia de sus producciones particulares” (Buffon, 1844, pp. 65-66). Es decir, para Buffon no es intelectualmente legítimo estudiar las rocas, los minerales o los seres vivos sin antes haber estudiado la “historia general de la Tierra”, lo cual muestra el carácter de sistema de su Historia Natural, donde las distintas partes se apoyan unas en las otras por relaciones de carácter deductivo, y donde, además, las cuestiones protogeológicas aparecen como básicas.

Pero Buffon no se detiene aquí: nos dice que para considerar a la naturaleza “en grande” hay que elaborar una “teoría” que actúe como “primera ciencia” de la cual dependan “los efectos particulares” (Buffon, 1844, p. 66). Una vez más la reivindicación de una Historia Na-

² Las *Pruebas de la Teoría de la Tierra* van a continuación de la *Historia y Teoría de la Tierra*. En las *Épocas de la Naturaleza*, las *Notas Justificativas* las encontramos al final y no al principio de la obras.

tural “general y particular”, que lejos de ocuparse solamente de los pequeños detalles, se ocupe de la naturaleza en su conjunto.

Esta “primera ciencia” es la Teoría de la Tierra que Buffon propone, que actúa como un gran sistema de proposiciones generales, de las cuales deducen proposiciones particulares. Esta relación entre la “primera ciencia” y los “efectos particulares” es deductiva y no inductiva en el método de Buffon, a pesar de que muchas veces nos diga lo contrario.

Pero “teoría” no significa para Buffon una vaga especulación. La “primera ciencia” tiene que ser rigurosa, y por eso hay que marcar diferencias con otros autores que habían elaborado supuestas “Teorías de la Tierra”. Buffon (1844, pp. 66-67) se desmarca y critica a autores como Thomas Burnett (1635-1715), Samuel Woodward (1790-1838) o William Whiston (1667-1752)³, los cuales forman parte de otra Tradición de Investigación, los fisicoteólogos, cuyo objetivo principal era demostrar la compatibilidad de los conocimientos científicos con la revelación bíblica sin recurrir a milagros o a hechos extraordinarios.

En la Historia y Teoría de la Tierra ya se perfila pues cuál será el método de Buffon: la construcción de un gran sistema teórico, conectado con la astronomía (ciencia de gran prestigio), cuyas partes se sustenten y relacionen entre sí en el orden lógico, y que se relacione de forma deductiva con las proposiciones particulares. Tal como veremos este método se mantiene en *Las Épocas de la Naturaleza*, pero en esta obra irrumpe también el método histórico, como consecuencia, o en relación, con el hecho de que la palabra “historia” vaya perdiendo su sentido antiguo (recopilación de información en torno a un hecho u objeto) y vaya tomando el sentido actual, como proceso genético-temporal.

4 EL MÉTODO DE BUFFON EN LAS ÉPOCAS DE LA NATURALEZA

³ En este pasaje no los cita por su nombre, pero posteriormente, en las *Pruebas de la Teoría de la Tierra*, les dedica sendos artículos.

Las Épocas de la Naturaleza se publicó el año 1778. La obra consta de ocho capítulos, más unas notas justificativas. El primer capítulo (o introducción) lleva el nombre de “Primer Discurso”, y los siete restantes se dedican a cada una de las siete “épocas” que Buffon postula.

Los materiales expuestos en el “Primer Discurso” corresponden en su mayoría a una conferencia pronunciada por Buffon el 5 de Agosto de 1773 ante la Academia de Ciencias, Artes y Letras de Dijon. Parece ser que en la conferencia faltaban los comentarios sobre el Génesis que sí aparecen ya en el “Primer Discurso”.

El “Primer Discurso” es una presentación del proyecto intelectual de las *Épocas*. Es rico en apreciaciones de tipo metodológico. Sin embargo también pueden obtenerse datos de la metodología de Buffon en los otros capítulos.

A efectos de nuestra tesis vamos a abordar los siguientes temas:

1. Mostrar que Buffon utiliza una metodología hipotético deductiva que nos remonta a Steno, a Descartes y a Leibniz.
2. Mostrar que Buffon utiliza además una metodología histórica. Ésta aparece en embrión en la obra de Steno y es desconocida en Descartes.
3. Explicar porque razón Buffon nos dice varias veces que utiliza la metodología inductiva, cosa que en realidad no es cierta.

4.1 El método deductivo en las *Épocas*

En el “Primer Discurso” traza un borrador de programa de trabajo: unos objetivos, unos medios y unos hechos básicos. Los objetivos de la obra se definen de la siguiente manera:

Penetrar en la noche de los tiempos.

Reconstruir, por el estudio de las cosas actuales, la existencia de las cosas antiguas, y llegar a la verdad histórica por la simple fuerza se los hechos. (Buffon, 1997, p. 5)

Los objetivos entran de lleno en el método histórico, que consideraremos más adelante. Por otra parte la afirmación “por la simple fuerza de los hechos” nos remite a otra cuestión interesante: ¿Por qué Buffon repite en varias ocasiones su intención de ceñirse a la inducción, cuando en realidad utiliza el método deductivo? Más adelante contestaremos a esto.

Los medios de los que va a valerse son:

1. Los hechos que nos pueden aportar datos del origen de la naturaleza.
2. Los “monumentos” como testimonio de las primeras edades.
3. Las tradiciones, que nos pueden dar alguna idea de los tiempos pasados (Buffon, 1997, p. 5).

Los “medios” 2 y 3 vuelven a referirse al método histórico. En cambio el punto 1 infiere directamente en el tema que estamos tratando. Los “hechos” a los que se refiere Buffon son los siguientes:

1. La Tierra se eleva en el Ecuador y es achatada por los polos, en las proporciones que exigen las leyes de la pesadez y de la fuerza centrífuga.
2. El globo terrestre posee un calor interior independiente del que le comunican los rayos del Sol.
3. Este calor que viene del Sol es muy pequeño en comparación al calor interno del globo terrestre, y no sería suficiente por sí solo para mantener a la naturaleza viva.
4. Los materiales que componen el globo terrestre son de la naturaleza del vidrio, y pueden ser reducidos a vidrio.
5. Se encuentran en toda la superficie de la Tierra, incluso en las montañas de 1500 a 2000 toesas de altura, una inmensa cantidad de conchas y otros objetos procedentes del mar (Buffon, 1997, pp. 5-6).

A partir de esta exposición de “hechos” Buffon simulará un proceso inductivo para inferir una serie de conclusiones. El porqué de esta simulación será estudiado más adelante. En realidad Buffon parte de unas premisas teóricas propias.

Comencemos con el “hecho” 1. Respecto a la elevación del Ecuador y el aplanamiento de los polos nos dice que:

[...] está matemáticamente demostrado y físicamente probado por la teoría de la gravitación y las experiencias del péndulo. (Buffon, 1997, p. 6)

Si Buffon trabajara realmente con el método inductivo no necesitaría “probar” los “hechos”. Estos serían evidentes por sí mismos, y constituirían la base última de las proposiciones. El que el supuesto “hecho” 1 tenga de demostrarse matemáticamente y probarse físicamente demuestra que es, en realidad, una hipótesis.

Examinemos las pruebas a las que se refiere Buffon. La polémica en torno a la forma de la Tierra era un capítulo más de las discusiones entre newtonianos y cartesianos. Según Descartes la fuerza de la gravitación era causada por un vórtice de materia que se arremolinaba alrededor de la Tierra, causando el aplanamiento en el Ecuador y el alargamiento en los polos. Por el contrario Isaac Newton (1642-1726/7) había afirmado que la rotación de la Tierra alrededor de su eje debía ocasionar el abultamiento del Ecuador y el alargamiento de los polos.

El año 1735, una expedición dirigida por Charles Marie de La Condamine (1701-1774) y patrocinada por el gobierno francés, partió hacia el Ecuador para medir su curvatura. El año siguiente, otra expedición, dirigida por Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) y Alexis Claude Clairaut (1713-1765), partió hacia el círculo polar ártico con igual finalidad. El resultado de ambas expediciones confirmó la hipótesis de Newton frente a la de Descartes.

El supuesto “hecho” 1 es, en realidad, una hipótesis. Es la hipótesis newtoniana, corroborada por los hechos, (éstos sí) que corresponden a las observaciones y mediciones de La Condamine, Maupertuis y Clairaut. Pero los hechos son el resultado de observaciones que vienen después de las hipótesis.

Los supuestos “hechos” aparecen estrechamente relacionados en sus razonamientos. Del “hecho” 1 obtiene la siguiente conclusión:

[...] la materia que forma la Tierra estaba en estado fluido en el momento de su formación, que es también el momento que empieza a girar sobre sí misma. (Buffon, 1997, p. 7)

El estado de fluidez se relaciona con el calor. Argumenta Buffon que en la naturaleza hay dos maneras de producir el estado fluido de los cuerpos: por disolución en agua o por licuefacción en el fuego. Descarta la primera en el tema que nos ocupa, pues:

[...] gran número de substancias que componen el globo terrestre no son solubles en agua, y además la cantidad de agua es mucho más pequeña que las materias áridas. (Buffon, 1997, pp. 7-8)

Concluye pues que para explicar el estado fluido hay que recurrir al calor. A partir de aquí entran en el razonamiento los hechos 2 y 3:

Esta consecuencia, que es ya plausible por sí misma, adquiere mayor probabilidad por el hecho 2 y se convierte en certidumbre por el hecho 3. El calor interior del globo, que subsiste aun actualmente, es mucho más grande que el que nos viene del Sol y nos demuestra que el antiguo fuego no está aún disipado del todo: la superficie de la Tierra es más fría que el interior de la misma. (Buffon, 1997, p. 8)

Pero cuando Buffon nos revela de forma inequívoca que está utilizando un método deductivo es cuando se ocupa del hecho 3. Cita una serie de evidencias para demostrar que el calor interno de la Tierra es diferente al calor comunicado por el Sol y mayor que él. Queda claro que el supuesto hecho 3 no es tal, sino que en realidad es una hipótesis. Si fuera un “hecho” no haría falta citar evidencias a su favor, porque como tal hecho sería evidente por sí mismo. Pero si uno de los supuestos hechos sobre los que se fundamenta el proceso inductivo es en realidad una hipótesis, el supuesto proceso inductivo no es tal.

Buffon es más o menos consciente de su contradicción, y trata de solucionarla escribiendo:

Podemos confirmar este hecho general [*vis*] (el 3), por un gran número de hechos particulares [*vis*]. (Buffon, 1997, p. 10)

El hecho 3 se convierte ahora en un “hecho general”, que se apoya en “hechos particulares”. Buffon sigue apegado a su simulación inductiva, pero en cualquier caso el hecho 3 ha dejado de ser un hecho. Caben dos posibilidades:

1. El supuesto hecho 3 es en realidad un primer nivel de generalización inductiva a partir de los “hechos particulares”, que son, sin más, los hechos.
2. El supuesto hecho 3 es en realidad una hipótesis, que se contrasta y corrobora con los “hechos particulares”.

Pero si Buffon siguiera realmente el procedimiento inductivo debería empezar su razonamiento en los “hechos particulares” y, a partir de los mismos, inducir leyes y regularidades. No lo hace así: se anuncia el supuesto “hecho” 3 que es, en realidad, una hipótesis, y los llamados “hechos particulares” lo que hacen es corroborar esta hipótesis.

Otra buena muestra de cómo Buffon construye su discurso científico la tenemos cuando desarrolla su hipótesis sobre el origen del sistema solar:

[...] todos los planetas orbitan alrededor del Sol en el mismo sentido y casi en el mismo plano. Parecen haber sido puestos en movimiento por un impulso común y en el mismo momento. Sus movimientos orbitales y de rotación son contemporáneos al igual que su estado de fusión o licuefacción por el fuego, y estos movimientos fueron necesariamente producidos por el impulso que los produjo. (Buffon, 1997, p. 176)

El párrafo contiene cuatro proposiciones fácilmente delimitables:

1. Todos los planetas orbitan alrededor del Sol en el mismo sentido y casi en el mismo plano.
2. Parecen haber sido puestos en movimiento por un impulso común y en el mismo momento.
3. Sus movimientos orbital y de rotación son contemporáneos, al igual que su estado de fusión.
4. Estos movimientos fueron necesariamente precedidos por el impulso que los produjo.

Teóricamente todo el razonamiento pivota sobre la proporción 1, que es la única que describe un hecho⁴. Fiel a su razonamiento formalmente inductivo Buffon quiere hacernos creer que las proposiciones 2, 3 y 4 derivan de la 1. En realidad sucede al revés, el modelo teórico genera una hipótesis que se confirma en el hecho 1, que responde a observaciones que, aunque no realizadas por el propio autor, forman parte de la cultura científica de la época.

Otro interesante ejemplo del método buffoniano lo tenemos en sus razonamientos para explicar cuál fue la causa de la separación de la materia del Sol que dio origen a los planetas. La hipótesis básica es que el choque de un cometa con el Sol primigenio fue el aconteci-

⁴ La descripción es correcta según los conocimientos sobre planetas y satélites que se tenían en el momento en que Buffon escribe. Descubrimientos posteriores mostraron que el planeta Plutón, así como numerosos satélites Júpiter, Saturno y Neptuno se desvían mucho del plano de la eclíptica correspondiente (Roger *in* Buffon, 1988, nota 4, p. 278; Beltran *in* Buffon, 1997, nota 1, p. 174).

miento catastrófico que provocó la separación de materia que dio origen a todo el Sistema Solar.

El razonamiento se inicia dando por supuesto o por demostrado que los planetas han pasado por una etapa líquida. Arguye que no conocemos otra fuente de calor que el Sol, por tanto, este origen líquido de los planetas puede explicarse mediante dos hipótesis alternativas:

1. Los planetas han nacido y surgido del Sol.
2. Los planetas han estado muy cerca del Sol y se han licuado con el calor que procede del mismo.

Enseguida acumula evidencias para rechazar la hipótesis 2. Así nos dice que:

[...] hace falta tiempo para que el fuego, por más violento que sea, penetre las materias resistentes que le están expuestas y mucho tiempo para licuarla. (Buffon, 1997, p. 42)

Buffon remite a los suplementos de su *Historia Natural* y nos dice que para calentar un cuerpo hasta el grado de fusión hace falta al menos la quinceava parte del tiempo necesario para enfriarla, y que considerando los grandes volúmenes de la Tierra y los demás planetas deberían haber estado junto al Sol unos miles de años. Ahora bien, nunca se ha visto ningún planeta ni cometa que permanezca estacionario junto al Sol.

Así pues, si la hipótesis 2 no resulta plausible a la luz de las evidencias, debemos remitirnos a la 1 y suponer que la materia de los planetas formó parte del Sol, y que fue separada de él por un único e idéntico impulso. A partir de aquí empieza a ocuparse de los cometas.

[...] los cometas que más se aproximan al Sol no presentan más que el primer grado de los grandes efectos del calor. Parecen precedidos de un vapor inflamado cuando se acercan, y seguidos de un vapor semejante cuando se alejan de este astro. De este modo, una parte de la materia superficial del cometa se extiende a su alrededor y se nos presenta en forma de vapores luminosos, que se encuentran en estado de expansión y volatilidad por el fuego del Sol⁵. (Buffon, 1997, pp. 43-44)

⁵ Buffon recoge aquí la explicación de Newton, ampliamente aceptada en su tiempo. Frente a Descartes, que atribuía la estela de los cometas a una especie de refracción,

Buffon establece una distinción entre la materia de los planetas, que procede del Sol, y la de los cometas. Nos dice de estos últimos que su núcleo no parece estar penetrado por el fuego, pues no es luminoso por sí mismo. Vincula estas diferencias con el origen:

Los planetas recibieron su movimiento por un único e idéntico impulso, puesto que orbitan todos en el mismo sentido, y casi en el mismo plano. Por el contrario, los cometas, que circulan como los planetas alrededor del Sol, pero en sentidos y planos diferentes, parecen haber sido puestos en movimiento por impulsos distintos. (Buffon, 1997, p. 44)

Aventura la posibilidad de que el origen de los cometas sea:

[...] la explosión de una estrella fija o de un Sol vecino al nuestro cuyas partes dispersadas, al no tener ya un centro o foco común, se habrían visto forzadas a obedecer la fuerza de atracción de nuestro Sol. (Buffon, 1997, p. 45)

Buffon insiste en que la posibilidad de que la materia de los planetas fuera proyectada fuera del Sol por el choque de un cometa es una posibilidad hipotética. Es consciente de que esta hipótesis, como cualquier otra, encierra la posibilidad de error. Aquí se manifiesta de forma nítida, la influencia cartesiana, no solamente en el método deductivo, sino en el desarrollo de una ontología hipotética frente al dogmatismo. La cautela de Buffon no procede de la inducción a partir de “hechos”, sino de la explicación de estos hechos a partir de una hipótesis, que a su vez se deducen de los postulados de su propia filosofía de la naturaleza.

Pero su propuesta, aunque hipotética, viene avalada por las siguientes consideraciones:

1. Excepto los cometas, no hay en la naturaleza más cuerpo en movimiento que pueda, o haya podido, comunicar tan gran movimiento a tan grandes masas.
2. A veces los cometas se acercan tanto al Sol que es prácticamente inevitable que algunos caigan oblicuamente en él.

Por tanto, aunque no exista una experiencia directa, es práctica-

Newton la explicaba por el escape de vapores que el Sol provocaba en el cometa (Beltran *in* Buffon, 1997, nota 2, p. 176).

mente la única explicación congruente con los conocimientos existentes al respecto. Una vez más vemos que el discurso que construye Buffon es a partir de unas premisas y su posterior contrastación.

Más adelante vuelve a insistir sobre el carácter hipotético de su afirmación:

No se trata, pues, de que yo haya afirmado ni siquiera pretendido que efectivamente nuestra Tierra y los planetas se hayan formado necesaria y realmente por el choque de un cometa, que proyectó fuera del Sol la seiscientas cincuentava parte de su masa. Sino que lo que he querido hacer entender, y lo que mantengo aun como hipótesis muy probable es que un cometa que en su perihelio se acercó suficientemente al Sol para rozar y surcar su superficie, podría producir semejantes efecto. (Buffon, 1997, p. 53)

Es un lenguaje que nos recuerda a la fábula del mundo cartesiana, la que podemos apreciar en el *Tratado del Mundo* o en *Los Principios de la Filosofía*.

Por otra parte Buffon supone que los cuerpos que orbitan alrededor del Sol provocan una especie de *rozamiento interior* en todas las partes de su masa, lo que causa su licuefacción, y que se mantenga ardiente y luminosa. Cita los movimientos irregulares de las manchas solares como una prueba del estado de licuefacción de la materia del Sol:

Cada cometa y cada planeta forman una rueda cuyos radios son los de la fuerza de atracción. El cometa o planeta es la llanta móvil, y cada uno contribuye con todo su peso y con toda su velocidad al abrasamiento de este foco general, cuyo fuego durará en consecuencia tanto tiempo como el movimientos y la presión de los enormes cuerpos que lo producen. (Buffon, 1997, p.53)

Al margen del método, este pasaje muestra hasta qué punto las ideas de Buffon son deudoras de la física cartesiana:

1. Para que el mecanismo de *rozamiento interior* sea posible es necesario que entre el cuerpo que gira y el Sol exista algún tipo de materia. En el vacío el fenómeno sería imposible. Esto nos lleva al *plenum* cartesiano.
2. La equiparación del fuego (en este caso del Sol) con materia líquida es típicamente cartesiano (*Tratado del Mundo*, II, 7 y 8).

Volviendo a las cuestiones metodológicas, el teorema que Buffon

desarrolla, formalizado, sería el siguiente: El calor producido por los cuerpos que giran en torno a un foco sería proporcional al número, velocidad y masa de los cuerpos que orbitan alrededor del mencionado foco. De aquí se deducen dos importantes corolarios:

1. Las estrellas, siendo fijas y luminosas como el Sol, debieron calentarse, licuarse y arder por la misma causa, es decir, por la presión activa de cuerpos opacos, sólidos y oscuros que orbitan a su alrededor.
2. Os cometas que giraban en torno al Sol antes que éste emitiera la materia que dio lugar a los planetas, pudieron ser suficientes para encender el fuego del Sol.

Nos encontramos, especialmente en el corolario 1, con la típica predicción propia del método hipotético-deductivo, predicción que será confirmada, o no, por posteriores descubrimientos:

[...] la analogía nos indica que las estrellas, siendo fijas y luminosas como el Sol, debieron calentarse, licuarse y arder por la misma causa, es decir, por la presión activa de los cuerpos opacos, sólidos y oscuros, que orbitan a su alrededor. (Buffon, 1997, p. 48)

Así pues parece evidente que Buffon utiliza el método deductivo. Ello es congruente con el hecho de que se sitúa en una tradición de investigación que tiene su origen en Steno, pero que es deudora del pensamiento cartesiano. Si el mecanicismo cartesiano es su ontología básica, el método deductivo, o hipotético deductivo es su metodología básica. Pero las tradiciones de investigación son marcos dinámicos de pensamiento, en los cuales se conservan unas características que las identifican, pero en las cuales se generan nuevos elementos intelectuales.

De la misma manera que se van a generar elementos ontológicos nuevos, específicamente geológicos, como estrato, sedimento etc., también en el terreno metodológico aparecerán novedades. En las *Épocas* verá a luz algo que ya se insinuaba en Steno la idea de que la Tierra tiene una historia, y, en consecuencia, el método histórico.

4.2 El método histórico en las *Épocas*

Los nuevos conceptos acuñados por Steno en el *Canis Carcharias* y en el *Prodromus*, y, sobre todo, algunos de los corolarios que se derivaban de los mismos, como el Principio de Superposición de los

Estratos, insinuaban ya la idea de la Tierra tiene una historia. Sin embargo la fidelidad de Steno a la cronología corta, de origen bíblico, que otorgaba a la Tierra solamente unos 6000 años de antigüedad, frustró, en parte, las grandes posibilidades de sus innovaciones conceptuales.

En la *Historia y Teoría de la Tierra de Buffon* se formula un modelo cosmológico del origen del Sistema Solar que puede derivar fácilmente hacia una concepción histórica. La Tierra (y los otros planetas) se han formado a partir de materia en fusión procedente del Sol. El enfriamiento y solidificación proporciona un proceso físico director de la historia de la Tierra, pero este proceso intelectual no se dará hasta más tarde, cuando Buffon concibe y escribe las *Épocas* (Alsina, 2009, pp. 5-32). En la *Historia y Teoría de la Tierra* Buffon supone que el enfriamiento da lugar a un estado estacionario, con un tiempo cíclico o eternalista, en que los cambios de lugar de los océanos van a determinar la orogenia y el origen del relieve, pero no de forma histórica, sino cíclica (Buffon, 1844, pp. 46-47).

En el *Primer Discurso*, al exponernos su programa de trabajo, Buffon ya afirma de manera directa, la naturaleza histórica del mismo. Recordemos sus objetivos:

- Penetrar en la noche de los tiempos.
- Reconstruir, por el estudio de las cosas actuales, la existencia de las cosas antiguas, y llegar a la verdad histórica, por la única fuerza de los hechos (Buffon, 1997, p. 5).

No puede hacerse una definición más nítida de método histórico. Pero por si quedara alguna duda se especifica que este método histórico que va a aplicarse al estudio de la Tierra, es el mismo que se aplica a la historia humana:

Al igual que en la historia civil se consultan los títulos, se buscan las medallas, se descifran las inscripciones antiguas, para determinar las épocas de las revoluciones humanas y comprobar las fechas de los acontecimientos del mundo de espíritu, también en la historia natural es preciso hojear los archivos del mundo, sacar de las entrañas de la Tierra los viejos monumentos, recoger sus restos y reunir en un cuerpo de pruebas todos los indicios de los cambios físicos que puedan hacernos remontar a las diferentes edades de la naturaleza. (Buffon, 1997, pp. 1-2)

La misma palabra “historia” está sufriendo una mutación conceptual. La palabra deriva del término griego *istorié*, original de los primeros filósofos jonios, y que venía a significar algo así como investigación empírica (Jaeger, 1952, p. 177). Durante siglos “Historia Natural” era la descripción más exacta posible de la naturaleza, completada por la “Filosofía Natural”, que era la interpretación de estas descripciones. De hecho, cuando Buffon publica su *Historia Natural* todavía utiliza el término en este sentido. Pero en este párrafo, al hermanar la historia natural con la civil es indudable que aparece ya este significado dinámico. El nuevo concepto no niega el anterior, solamente lo completa: si la historia natural es la descripción de la naturaleza, pero esta naturaleza lejos de ser estática es dinámica, la historia natural debe hacerse, forzosamente, “histórica”.

La única diferencia entre historia natural y civil está en los espacios de tiempo, y en los lugares en los que se desarrolla:

Así pues, la historia civil, limitada por una parte por las tinieblas de un tiempo bastante cercano al nuestro, no se extiende por otra más que a las pequeñas porciones de tierra que han ocupado sucesivamente los pueblos cuidadosos de su memoria. Mientras que la historia natural abraza por igual todos los espacios, todos los tiempos, y no tiene otros límites que los del Universo. Siendo la naturaleza contemporánea de la materia, del espacio y del tiempo, su historia es la de todas las sustancias, la de todos los lugares, de todas las edades. (Buffon, 1997, p. 2)

Buffon nos deja muy claro que la diferencia entre ambas “historias” afecta al objeto de estudio, pero no al método, y éste se resume en “reconstruir las cosas actuales por el estudio de las cosas antiguas”.

5 EL MÉTODO COMO PROBLEMA CONCEPTUAL

El método utilizado en el trabajo científico responde a una determinada imagen o modelo de lo que debe ser la ciencia. Cada época o periodo intelectual tiene un modelo, más o menos explícito de lo que debe ser la ciencia. La correspondencia, o no, entre el modelo de un autor determinado y el modelo más o menos admitido de la época en que vive puede constituir un importante problema conceptual, que puede intervenir de manera notable en la “selección intelectual” de las teorías del autor en cuestión.

Por otra parte, es preciso distinguir entre el método y modelo de ciencia que un autor dice asumir en sus escritos teórico- metodológicos, y el método real (y por tanto el modelo de ciencia real) que practica.

Laudan, al definir los problemas conceptuales, los agrupa en internos y externos (Laudan, 1986, pp. 87-98). A su vez los problemas conceptuales externos pueden ser de tres tipos:

1. Intracientíficos, cuando una teoría o una Tradición de Investigación entra en contradicción con otras teorías científicas comúnmente aceptadas.
2. Dificultades normativas, cuando una teoría o Tradición de Investigación utiliza una metodología que entra en contradicción con los estándares comúnmente admitidos de cómo hay que “hacer ciencia”.
3. Dificultades relativas a la visión del mundo, cuando se da incompatibilidad con un cuerpo de creencias aceptadas ampliamente en el seno de la cultura en la cual se desarrolla.

Nuestra tesis es que la metodología de Buffon entra en contradicción con las ideas imperantes en su medio intelectual sobre lo que era “buena ciencia”, pero además estas dificultades normativas (del tipo 2) revelan en su trasfondo dificultades relativas a la visión del mundo (del tipo 3).

El propio Laudan es muy explícito cuando escribe:

En el siglo XVII la imagen dominante era matemática y demostrativa, una imagen que se constituyó canónica en el Discurso del Método de Descartes. En el siglo XVIII y comienzos del XIX, por el contrario, la mayoría de los filósofos de la naturaleza estaban convencidos de que los métodos de la ciencia debían ser inductivos y experimentales. (Laudan, 1986, p. 91)

Hemos visto cómo la metodología de Buffon se va definiendo y decantando a lo largo de su obra. En el “Primer Discurso” de su Historia Natural se advierte una sincera preocupación por dotarse de un método, pero sus afirmaciones al respecto pueden parecer algo contradictorias. Por una parte utiliza argumentos empiristas y nominalistas, que parecen parafraseados de Locke o de Hume para rechazar el método de Linneo. Por otra parte se advierte su proyecto de la construcción de un gran sistema intelectual, en el que se concatenen

causas y efectos, y en que las diversas partes se apoyen unas en las otras.

En las *Épocas* las influencias de Locke son mucho menos evidentes y nos encontramos con un método racionalista, hipotético deductivo, que va de las grandes ideas y principios a las proposiciones científicas concretas. La metodología de Buffon parece decantarse cada vez más hacia un racionalismo deductivo, con tendencia a la construcción de grandes sistemas explicativos, derivando proposiciones científicas de afirmaciones metafísicas, en la línea de influencia de Descartes o de Leibniz.

Quizá la mejor manera de ilustrar las dificultades normativas del trabajo de Buffon con su medio intelectual es comprobar cómo su pensamiento científico permanece ajeno, cuando no en contradicción, con las tradiciones experimentales que se desarrollan a lo largo del siglo XVIII. Entendemos por tradición experimental un conjunto de procedimientos y prácticas empíricas, relacionadas con un problema empírico o con un instrumento determinado, no forzosamente ligadas a una Tradición de Investigación. En nuestro caso las investigaciones sobre “fluidos sutiles”, y la química de los gases, por ser las más próximas a los temas de los que se ocupa Buffon.

5.1 Los “fluidos sutiles”

La investigación sobre “fluidos sutiles” fue un importante campo de experimentación de la naciente física experimental a finales del siglo XVII y durante el XVIII. El concepto de fluido sutil fue un paso necesario para el proceso posterior de cuantificación (Hankins, 1988, p. 54). Un fluido sutil o imponderable era una substancia que poseía propiedades físicas, pero no transmitía ninguna masa. Los mejores ejemplos de fluidos sutiles eran la electricidad y el calor.

Las investigaciones sobre electricidad despertaron gran interés en el siglo XVIII. Se desarrolla una tradición experimental en torno a los fenómenos eléctricos, que da lugar a descubrimientos concretos, como la botella de Leiden, o el pararrayos de Franklin. En las *Épocas* hay una alusión a la electricidad⁶, de la que dice que convierte el calor

⁶ Concretamente en la p. 9.

interno de la Tierra en destellos luminosos. Pero la electricidad no juega ningún papel importante en los procesos que Buffon describe⁷.

Pero es en el tema del calor y la temperatura donde más se pone de manifiesto cómo el desarrollo del método de Buffon le aleja de las principales tradiciones experimentales de su época. Resulta una curiosa paradoja que el calor y el enfriamiento sean por una parte elementos fundamentales en el método de Buffon para introducir una cronología geológica, y que por otra parte ignore, o al menos no mencione, importantes hechos experimentales en torno a esta cuestión.

Empecemos considerando la cuestión del termómetro. Parece ser que el primer termómetro se construyó en 1592 por Galileo Galilei (1564-1642), utilizaba gas y no tenía escala fija. Pronto fue substituido por el de líquido expansivo, y en 1641 el gran duque Fernando II de Toscana (el mecenas de Steno) había construido un termómetro de líquido expansivo, con el extremo cerrado, al que no afectaban los cambios de presión barométrica ni la evaporación del líquido del tubo (Hankins, 1988, p. 78)

En 1742 Anders Celsius (1701-1744) creó la primera escala centígrada, tomando las temperaturas de congelación y ebullición del agua como puntos fijos, y dividiendo las temperaturas intermedias en 100 grados. Por su parte, Joseph Black (1728-1799) fue el primero en señalar que el termómetro no mide el calor, sino la temperatura. Partiendo de la base de que el calor era un fluido, Black sostuvo que el termómetro medía la densidad del fluido calórico en el objeto, no la cantidad total. De esta manera un recipiente de 5 litros de agua contenía cinco veces el calor de un recipiente de 1 litro de agua a la misma temperatura: el termómetro medía la densidad del fluido calórico.

En la misma línea de pensamiento Herman Boerhaave (1668-1738), en sus *Elementos de química*, publicados en 1732, desarrolló la teoría del fluido calórico. La cantidad de calor en cualquier objeto era proporcional a su temperatura y a su volumen, siendo el objeto un

⁷ Roger anota que Buffon mantuvo contactos con Franklin, y que siguiendo a este, afirmó la presencia de electricidad en la atmosfera. Creía que la electricidad, al igual que el calor, era un elemento material (Beltran *in* Buffon, 1997, p. 149, nota 13). Es posible que sea así, pero Buffon, en las *Épocas*, no da ninguna explicación teórica sobre la naturaleza de la electricidad, ni tampoco del calor.

mero recipiente del calor. Boerhaave fundamentó su tesis en los experimentos de Daniel Gabriel Fahrenheit⁸ (1686-1736), efectuados con agua y mercurio.

Por su parte George Martine (1702-1741) efectuó un experimento en 1739, calentando volúmenes iguales de agua y de mercurio, y comprobando que la temperatura del mercurio subía dos veces más aprisa que la del agua. A partir de estos resultados Black concluyó que la cantidad de calor en un objeto no era proporcional al volumen ni a la masa, sino que cada substancia tenía una afinidad diferente para el calor. En 1760 Black atribuyó una “capacidad” calorífica distinta para cada substancia, y concluyó que la cantidad de calor en cualquier objeto era proporcional a la temperatura, a la masa y a la “capacidad” calorífica del objeto.

¿Qué relación podemos encontrar entre esta tradición experimental y el desarrollo de las ideas de Buffon? A nuestro entender muy poco, y esta falta de relación es debida a problemas de método. En el tomo I de los *Suplementos a la Historia Natural*, publicado en 1774, Buffon expone sus experimentos realizados para determinar la edad de la Tierra. En las *Épocas* alude también a estos experimentos (Buffon, 1997, p. 167).

En sus experimentos Buffon mide el tiempo de enfriamiento de bolas de hierro de 1 a 5 pulgadas de diámetro. Primero comprueba que el enfriamiento de las bolas es proporcionalmente más lento cuanto mayor es el diámetro. A continuación extrapola sus resultados para una bola de hierro del tamaño de la Tierra. Después, considerando que la Tierra no es un globo de hierro, repite la experiencia para bolas de distintos materiales.

Lo más sorprendente de estas experiencias es que no se utilizó el termómetro. Buffon tomó dos puntos de referencia en el proceso de enfriamiento: la “incandescencia” y “el momento en que podía tocarse la bola sin quemarse”. Esta cuestión merece varios comentarios.

Revela, en primer lugar la escasa influencia en el pensamiento de Buffon de toda la tradición experimental relativa al calor y a la temperatura. Buffon no parte de hechos experimentales, ni observa regula-

⁸ Que fue también el creador de la escala termométrica que lleva su nombre.

ridades, ni emite hipótesis circunscritas a problemas empíricos concretos. Buffon construye un gran sistema racional deductivo. Su teoría de la tierra primero, y su teoría del enfriamiento después se obtienen deductivamente a partir de sus teorías astronómicas.

Los “hechos”, las pruebas, vienen después, no antes, de las teorías⁹. Las pruebas empíricas de Buffon acostumbran a ser observaciones realizadas por otros. Pero incluso cuando realiza experimentos, como el del enfriamiento de las esferas, los hace “a su manera”, ignorando (¿despreciando?) toda la tradición experimental existente en torno al problema, y que alguien tan culto e informado como Buffon es imposible que no conociera.

Por otra parte en ningún momento Buffon establece una diferenciación teórica entre calor y temperatura. Tampoco emite ninguna hipótesis sobre la naturaleza del calor: ni se adhiere a la teoría del fluido calórico ni presenta otra alternativa. Parece que a Buffon le interesa el enfriamiento de la Tierra únicamente desde el punto de vista geológico, como motor de las transformaciones, y cronológico, como una manera de medir el tiempo, pero no tenga ningún interés en la física del calor.

Finalmente unos comentarios a la “medida” que utiliza Buffon del enfriamiento consistente en “poder tocar sin quemarse”. No la usa solamente en sus experimentos sobre enfriamiento de bolas de distintos materiales, sino que la expresión aparece diversas veces en las *Épocas* (Buffon, 1997, p. 56, p.73 y p. 165). Vemos aquí una influencia del pensamiento de Locke y de Hume, donde los aspectos “sensualistas” predominan sobre los empiristas. Buffon no se fía de los instrumentos de medida, como el termómetro (tampoco de fía del microscopio, tal como veremos más adelante), y prefiere utilizar la “impresión” directa sobre sus sentidos.

Nos llama la atención el “poder tocar sin quemarse” por lo subjetivo, pero los otros elementos que Buffon toma como indicios de más o menos enfriamiento son también accesibles por los sentidos sin necesidad de aparatos de medida: la incandescencia de los materia-

⁹ En la *Historia Natural* se expone primero la *Historia y Teoría de la Tierra*, y a continuación las *Pruebas de la Teoría de la Tierra*. En las *Épocas* encontramos las *Notas justificativas a los hechos expuestos* al final de la obra.

les y el provocar, o no, la ebullición del agua. El observador puede ver directamente, sin necesidad de aparatos de medida, cuándo un objeto está incandescente. También puede ver directamente cuándo el calor provoca la ebullición del agua. Finalmente pueden “sentir” directamente cuándo un objeto “se puede tocar sin quemarse”. El racionalista Buffon convive con el “sensualista”. Pero todo ello aleja más y más el método de Buffon de las tradiciones experimentales de su época y, en general, de los estándares comúnmente admitidos de “buena ciencia”.

5.2 La química de los gases

Una constatación crucial en la historia de la química fue que el “aire” no era un elemento simple, sino un estado físico que podían asumir muchas sustancias químicas, y que el aire atmosférico era una mezcla de varios componentes químicos distintos, en el mismo estado vaporoso. Las propias palabras “vaporoso” o “gaseoso” se inventaron a lo largo del propio siglo XVIII. El reconocimiento del estado gaseoso hizo que se comprendiera por vez primera que la capacidad de una sustancia de llenar por completo su recipiente no significaba que fuera un elemento químico simple (Hankins, 1988, p. 89).

La química de los gases generó un conjunto de conceptos y técnicas experimentales que nos conducen, a finales del siglo XVIII, a la obra de Lavoisier y al establecimiento de la química moderna. Algunos autores se han referido al “retraso” de la revolución científica en la química (Butterfield, 1982, p. 193), pero pensamos que el término no es adecuado. Si bien es cierto que la obra de Lavoisier es una auténtica revolución en la química¹⁰, a lo largo del siglo XVIII se desarrolla una importante Tradición de Investigación en química: la teoría del *flogisto* o *flogistón*, de la mano de Georg Ernst Stahl (1659-1734), Joseph Priestley (1733-1804) y Henry Cavendish (1731-1810) (Estany, 1990; Hankins, 1988; Brock, 1992), ligada a la química de los gases.

Pero aquí no pretendemos desarrollar una historia de la química, ni siquiera ocuparnos de las ideas químicas de Buffon (Alsina, 2012, pp. 139- 159), sino ver hasta qué punto las ideas desarrolladas en las

¹⁰ Que culmina en la publicación del *Tratado Elemental de Química* en 1789.

Épocas permaneces ajenas a la tradición experimental de la química de los gases, para demostrar nuestra tesis de que el método de Buffon, racionalista, deductivo y “constructor de sistemas”, se aleja de los estándares comunes de su época de lo que se considera “buena ciencia”.

Podemos situar el origen de la química de los gases como tradición experimental en el año 1727, cuando Stephen Hale (1677-1761) publicó su obra *Vegetable statics*, donde revelaba que se podían liberar cantidades ingentes de “aire” por destilación destructiva de muchos sólidos y líquidos. El hecho de que el “aire” pudiera ser fijado en estado inelástico en la materia sólida fue un descubrimiento sorprendente que atrajo mucho la atención hacia el estudio del mismo.

Joseph Black continuó el trabajo de Hale, y de hecho fue el primero en identificar un “aire” distinto al atmosférico. En 1754 presentó su tesis doctoral en la Universidad de Edimburgo con el título *De los humores ácidos derivados de los alimentos y de la magnesia alba*. La finalidad de la investigación de Black era médica: encontrar un medicamento que disolviera las piedras de riñón¹¹.

El medicamento preferido para combatir esta dolencia era el agua de cal, o hidróxido cálcico, que se obtenía a partir de la caliza (carbonato cálcico), pero había desacuerdos sobre el método más adecuado para su producción. En lugar de participar en el debate, Black optó por estudiar otro álcali suave, la magnesia alba o carbonato de magnesio.

Al principio Black no recogía el aire liberado por sus experimentos (que era dióxido de carbono), pero cuando la hizo se dio cuenta de las propiedades que tenía respecto al “aire” normal: tenía un olor característico, apagaba las llamas, era más denso que el corriente y hacía que el agua de cal se tornara lechosa. Además comprobó que la fermentación alcohólica y la combustión de carbón vegetal producían el mismo tipo de “aire”, al que llamó “aire fijo”.

En 1766 Cavendish aisló otro tipo de “aire”, el “aire inflamable” (hidrógeno). En 1772 Joseph Priestley publicó los resultados de sus

¹¹ En aquellos momentos la química no estaba aún delimitada como campo disciplinar propio, y muchos de sus cultivadores eran médicos.

experiencias con “aire fijo”¹², donde explicaba el modo de fabricar agua de Seltz, que hasta el momento se encontraba únicamente en manantiales naturales. El mismo año publicó más resultados¹³, en los que identificaba “aire nitroso” (óxido nítrico), “aire ácido marino” (ácido clorhídrico), “aire alcalino” (amoníaco), “aire ácido vitriólico” (dióxido de azufre), “aire nitroso flogisticado” (óxido nitroso) y “aire deflogisticado” (oxígeno).

La nomenclatura de Priestley para sus “aires” muestra que ya trabaja en el seno de una teoría concreta, la del “flogisto” o “flogistón”, que suponía la existencia de esta substancia que los cuerpos perdían al quemarse. De forma simultánea al trabajo de Priestley, Lavoisier trabajaba en su teoría de la combustión, opuesta a la del flogisto, que iba a sentar las bases de la química moderna.

Otro aspecto importante fue la interpretación física de la evaporación. La creencia más generalizada era que los líquidos se evaporaban al disolverse en el aire. Pero en 1756 William Cullen (1710-1790) (que había sido profesor de Black) publicó sus experimentos¹⁴ donde se mostraba que la evaporación producía descenso de la temperatura, y que era posible evaporar líquidos en el vacío. El fenómeno del enfriamiento asociado a la evaporación (pero restringido al caso del agua) había sido ya descrito, pero no explicado, por Jean-Jacques d’Ortus de Mairain (1678-1771) en 1749¹⁵.

Quien más claramente reconoció las implicaciones de todas estas experiencias fue Anne Robert Jaques Turgot, Baron de l’Aulne, (1727-1781) funcionario de la *generalite* de Limoges y posteriormente director general de finanzas de toda Francia. Realizó una contribución anónima a la *Encyclopédie* con un título insólito, “Expansibilité”, palabra que no existía en lengua francesa. Con este término Turgot denominaba una propiedad del aire, la capacidad de llenar por completo cualquier recipiente, que era extensible a toda substancia en estado vaporoso. Esta “vaporización” (otro término inventado por Turgot)

¹² Instrucciones para impregnar el agua con aire fijo.

¹³ Observaciones sobre diferentes tipos de aire.

¹⁴ Ensayo producido por la evaporación de líquidos y sobre otros medios de producir frío.

¹⁵ Disertación sobre el hielo.

podía afectar a cualquier substancia si la temperatura se elevaba lo suficiente.

Aunque todo ello no iba a sistematizarse hasta la obra de Lavoisier, es indudable que en el medio intelectual del siglo XVIII circulaban ya una serie de ideas, de las cuales las más importantes eran que el aire no era un elemento, sino la mezcla de varios tipos de “aires”, y que la evaporación estaba asociada a cambios de temperatura.

¿Hasta qué punto estas ideas están presentes en la obra de Buffon? En diversas ocasiones se refiere al aire y al agua como *elementos* (Buffon, 1997, p. 72). Por otra parte cuando describe la producción de agua líquida a partir del vapor establece una relación de causa-efecto según la cual, cuando la temperatura estuvo lo suficientemente baja el agua-vapor se convirtió en agua-líquido, y que las primeras masas de agua líquida que cayeron sobre la tierra entraban en ebullición y volvían a evaporarse por la alta temperatura de ésta (Buffon, 1997, p. 93).

Cuando Buffon explica la aparición del agua líquida (Buffon, 1997, p. 93) no dice que la caída del agua y su posterior evaporación hubiera acelerado el proceso de enfriamiento, aunque posteriormente admite (Buffon, 1997, pp. 165-166) que el ritmo de enfriamiento del globo ha sido diferente en los polos que en el Ecuador, pero lo atribuye tanto al mayor diámetro de la Tierra como del efecto del calor solar, que en éste es considerable y en el polo casi nulo.

La recepción de las aguas solo se tiene en cuenta como causa secundaria del enfriamiento. Admite dos posibilidades: que los polos recibieran las aguas antes que el Ecuador, y esto contribuyó a que se enfriaran antes, o que las que caían sobre el Ecuador estuvieran más calientes por la acción del sol. En ningún momento dice, de forma explícita, que sea la evaporación del agua lo que produce en enfriamiento.

El desarrollo de su sistema aleja a Buffon de importantes tradiciones experimentales de su época, cuyo contenido desprecia o ignora. Esto no solamente afecta a los contenidos¹⁶, sino que le aleja de los

¹⁶ Lo dicho no se cumple para la astronomía. Buffon recoge en su sistema diversos descubrimientos astronómicos, así como el resultado de diversas expediciones científicas realizadas para medir la curvatura de la Tierra.

estándares admitidos como “buena ciencia”, en una época en que se admira la elaboración de “historias naturales” a partir de observaciones, y donde se valora más el estudio de problemas concretos que la elaboración de sistemas generales.

6 CONCLUSIÓN: DIFICULTADES NORMATIVAS Y DE “VISIÓN DEL MUNDO”

La Tradición de Investigación que representa Buffon en el terreno de la Historia Natural presenta importante problemas conceptuales externos con el medio intelectual en que se desarrolla. Estos problemas afectan especialmente a las cuestiones metodológicas, pero subyacen también cuestiones relativas a la “visión del mundo”.

El método de Buffon es, tal como hemos visto, racionalista y deductivo, y tiende a la elaboración de un sistema. De las proposiciones generales sobre la naturaleza, la Tierra, el sistema solar y los seres vivos se deducen proposiciones particulares, las cuales se intentan probar con observaciones y experiencias (propias y ajenas). Las incursiones de Buffon en el terreno de la experimentación son diversas. Sus trabajos con enfriamiento de esferas de diversos materiales sirvieron de base a una cronología novedosa de la edad de la Tierra, pero se realizaron al margen de las tradiciones experimentales de su tiempo: no distinguió calor de temperatura, ni utilizó el termómetro. Sus incursiones en la microscopía no fueron tampoco demasiado satisfactorias.

En el medio intelectual que Buffon vive y escribe los estándares comúnmente admitidos de “buena ciencia” van por un camino totalmente distinto. El método baconiano e inductivo, la delimitación de los problemas, la observación de regularidades, la actuación paciente de la razón sobre los datos de la experiencia, serían las líneas generales en que se mueven la mayoría de los naturalistas del siglo XVIII. Todo ellos contrasta con la especulación racionalista de Buffon, con su ambición de crear grandes sistemas explicativos, pero también contrasta con su lectura “sensualista” de los empiristas ingleses, por su desconfianza de aparatos como el termómetro, por su interés por acceder a la naturaleza directamente con los sentidos desnudos.

Detrás de estas diferencias normativas se esconden diferencias de “visión del mundo”. La de Buffon revela importantes influencias

cartesianas y leibnizianas. Racionalista convencido, cree poder abarcar la totalidad de la realidad que le circunda a partir de un sistema comprensivo, totalizador e integrado. Partidario decidido de la separación de ciencia y religión, está convencido de la capacidad interna de la materia para organizarse, lo que le lleva tanto a defender la epigénesis como los procesos autoformativos en el interior de la Tierra y del sistema solar sin ninguna necesidad de recurrir a la intervención divina. Así critica a los fisicoteólogos, pero también muestra su desprecio hacia los naturalistas que estudian a los insectos en clave moralista o edificante.

Pero serán las cuestiones relativas al método las que impedirán a la TI que representa Buffon adaptarse y sobrevivir en su medio intelectual. A pesar de sus éxitos editoriales, a pesar del interés con que muchos de sus contemporáneos leían sus obras, a pesar de su continua reivindicación de la “inducción”, para la mayoría de los naturalistas de su época Buffon fue un especulador, un “cosmólogo”, un “hacedor de sistemas”. La generación siguiente de naturalistas, Georges Cuvier (1769-1832), Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829), Barthélemy Faujas de Saint-Fond (1741-1819), y otros, los que ocuparan las cátedras de Museo Nacional de Historia Natural (nombre que tomó el Jardín del Rey después de la Revolución Francesa) renegaron explícitamente de Buffon en nombre del ideal baconiano y linneano de la ciencia, es decir, el modelo que Buffon siempre había combatido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALSINA, Jose. El método de Buffon a la Histoire Naturelle. Pp. 639-646, in: *Actes de la VII trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Barcelona: SCHCT, 2003.
- . Modelos de cambio científico a partir de la selección natural: análisis y propuestas. *Llull*, 29: 221-257, 2006.
- . De la Teoría de la Tierra a Las Épocas de la Naturaleza de Buffon: análisis de una mutación conceptual. *Llull*, 32: 5-32, 2009.
- . *Buffon y el descubrimiento del tiempo geológico*. Barcelona: Ediciones Nueva República, 2012.
- BROCK, William H. *Historia de la Química*. Madrid: Editorial Alianza, 1992.

- BUFFON, Georges Louis Leclerc, comte de. *Historia Natural*. Tomo I. Madrid: Imprente de Don Vicente Frossart y Compañía, 1844.
- . *Les Époques de la Nature*. Édition critique de Jaques Roger. Paris: Éditions du Muséum, 1988.
- . *Las Épocas de la Naturaleza*. Edición de Antonio Beltrán Marin. Madrid: Editorial Alianza, 1997.
- BUTTERFIELD, Herbert. *Los orígenes de la ciencia moderna*. Madrid: Editorial Taurus, 1982.
- ESTANY, Anna. *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Editorial Crítica, 1990.
- HANKINS, Thomas L. *Ciencia e Ilustración*. Madrid: Siglo XXI, 1988.
- JAEGER, Werner. *La teología de los primeros filósofos griegos* [1947]. Mexico/ Buenos Aires: Fondo de Cultura Económico, 1952.
- LAUDAN, Larry. *El progreso y sus problemas*. Madrid: Ediciones Encuentro, 1986.
- ROGER, Jaques. Introduction. Pp. i-clii, in: BUFFON, Georges Louis Leclerc (comte de). *Les Époques de la Nature*. Édition critique de Jaques Roger. Paris: Éditions du Muséum, 1988.

Data de submissão: 31/10/2015

Aprovado para publicação: 11/11/2015