

# JAMES HUTTON: TAXONOMÍA, INTERPRETACIÓN DE CUERPOS GEOLÓGICOS Y ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DEL SISTEMA TIERRA

*James Hutton: taxonomy, interpreting geological bodies and teaching of Earth system science.*

Pedro Wagner Gonçalves (\*)

## RESUMEN

*La tercera versión de la Teoría de la Tierra de James Hutton se asienta en sólidas actividades de campo y da ejemplos enriquecedores que sugieren los tipos de razonamientos desarrollados por el naturalista del siglo XVIII. Tales formas de pensamiento resultan cruciales para que se construyan procesos y conceptos geológicos. La enseñanza de las geociencias puede beneficiarse con formas de raciocinio que contribuyan a la construcción de nociones temporales e históricas, aún cuando se adopte la perspectiva sistémica.*

## ABSTRACT

*The Volume Three of the Huttonian Theory of the Earth is supported on the field trips and the geological issues. These explications show the Hutton's kinds of thought. These kinds of thought are important ways to create geologic process and concepts. The teaching of Earth sciences can have advantages to build temporal and historical notions. This importance continues when we adopt systemic approach.*

**Palabras clave:** historia de la geología, enseñanza de las geociencias, James Hutton (1724-1797)

**Keywords:** history of geology, teaching of Earth sciences, James Hutton (1724-1797)

## INTRODUCCIÓN

Tras la muerte de James Hutton, en 1797, quedaron escasos materiales originales que pudiesen ser testigos de ciertos aspectos inéditos de su vida, así como de las fórmulas que utilizó para desarrollar su pensamiento y sus estudios.

El presente trabajo examina la obra póstuma, relativamente poco estudiada, del naturalista escocés del siglo XVIII: el *Volumen III*, de su *Teoría de la Tierra*, que tuvo que esperar hasta fines del XIX para alcanzar notoriedad.

Esta investigación pretende revelar y desentrañar ciertas formas de pensamiento del naturalista, aquéllas que ponen de relieve intercambios entre los aspectos típicos que caracterizan su historia natural y los que caracterizan su pensamiento como químico, en su esfuerzo permanente por comprender la naturaleza de la materia. Bajo esta perspectiva, puedo contribuir a mostrar algunos procedimientos y argumentos útiles para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

La *Teoría de la Tierra* de Hutton apareció en diferentes versiones. Cada nueva versión fue aportando nuevos argumentos, pero sin que su teoría central sobre el origen de los granitos sufriera alteración en lo esencial o fuera contradicha. Al pequeño resumen, fechado en 1785, le siguieron unas cien páginas, publicadas tres años después en *Tran-*

*sactions of Royal Society of Edinburgh*. En 1795 se publicaron dos vastos volúmenes. Archibald Geikie editó póstumamente manuscritos semiacabados. Y terminó publicando el documento que ahora estudio, en 1899, el tercer volumen de la *Teoría de la Tierra*.

El *Volumen III* difiere de las ediciones anteriores conocidas sobre la teoría de la Tierra en dos cosas: su texto es directo y se apoya en sólidas observaciones de campo. El estilo del texto sugiere argumentos que Hutton adoptó para defender su teoría explicativa sobre el origen de los granitos.

## HISTÓRICO DEL TERCER VOLUMEN DE LA TEORÍA DE LA TIERRA

Las principales referencias históricas para aproximarnos a las obras de James Hutton son los textos de Playfair (1805) y Geikie (1897). En ellos encontramos las principales actividades realizadas por Hutton y aspectos centrales de la génesis de sus obras.

Textos más recientes aportan datos complementarios e informes detallados sobre la vida y obra del naturalista británico. Entre ellos, cabe destacar los de Jones (1986), Craig (1978) y Dean (1992), por las referencias y aclaraciones que hallamos sobre excursiones geológicas, pinturas y dibujos elaborados para exponer la teoría de los granitos y el debate de plutonistas y neptunistas.

(\*) Instituto de Geociências - UNICAMP, Campinas, Sao Paulo, Brasil. E-mail: pedrog@ige.unicamp.br.

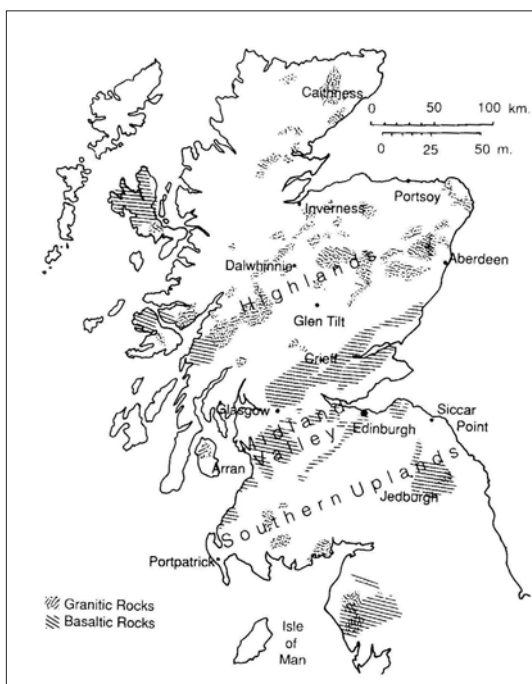


Fig. 1. Mapa de Escocia, con la localización de lugares de interés geológico para Hutton.

Según Playfair (1805), sólo unos pocos manuscritos originales dejados por Hutton, que fueron vertidos en miles de páginas, llegaron a nuestras manos. Hoy se conocen dos manuscritos inacabados: el primero versa sobre agricultura, técnicas agrícolas y fertilizantes. Se dividió en dos volúmenes de originales bajo el título, *Elements of Agriculture* [1797]. Su primer capítulo presenta importantes correcciones; en contrapartida, otras parcelas del texto aparecen enunciadas como índices. El segundo manuscrito, denominado *Teoría de la Tierra: volumen III*, fue compilado y publicado por Archibald Geikie en 1899.

En 1795, poco antes de agravarse la enfermedad que lo llevaría a la muerte, se publicaron dos volúmenes de la ya por entonces conocida *Teoría de la Tierra* de Hutton titulada *Teoría de la Tierra con pruebas e ilustraciones*, dividida en 4 partes. A la primera parte, el mismo Hutton la llamó *Examen de las diferentes opiniones sobre el problema* y abarca los ocho capítulos del primer volumen. La segunda parte, denominada *Hechos adicionales relativos a la parte geológica de la teoría*, comprende los catorce capítulos del segundo volumen. Su título sugiere que tal edición constituía una parte del material que el naturalista pretendía divulgar, ya que en

los dos volúmenes publicados, de las cuatro partes mencionadas en el título, se encuentran apenas dos.

En la carta enviada al editor de Londres (Cadell & Davis, fechada el 6 de octubre de 1795), Hutton da su consentimiento para recibir doscientos ejemplares de los dos volúmenes publicados y añade: “Esos dos volúmenes no contienen la totalidad del trabajo, habrá otro volumen con muchas láminas.”

Por aquellas mismas fechas, su enfermedad se agravó y tras su fallecimiento, puede reconstituirse, al menos parcialmente, la trayectoria de sus originales. Los manuscritos fueron legados a John Playfair (colaborador y compañero de excursiones geológicas de Hutton). El propio Playfair menciona el hecho en su biografía de Hutton, leída en la Royal Society of Edinburgh (Playfair 1805: 86).

Cockburn (1856), en las memorias de Lord Webb Seymour, cita que Playfair le donó ese documento. Seymour afirmó que “Playfair me regaló un excelente manuscrito que contiene observaciones muy particulares sobre uniones de granitos y estratos primarios, en el valle del río Tilt, en la isla de Arran y en Galloway. Sus descripciones no son minuciosas pero poseen ilustraciones, láminas de dibujos realizados en los locales, por [John] Clerk de Eldin”<sup>1</sup>.

Playfair y Seymour eran muy amigos. El texto mencionado sugiere que frente a la falta de descripciones más apuradas, ambos pensaron en paliar tal deficiencia a través de los dibujos realizados por John Clerk. La ausencia de referencia directa a estas pinturas presupone que ese material no se encontraba a su disposición. Puede que sea éste el motivo por el que los naturalistas decidieron no publicar el texto de Hutton.

Seymour y Playfair murieron en 1819 (el primero en abril; en julio, el segundo). Tras la muerte de Seymour, el documento se encontraba en poder de su hermano, el 11° Duque de Somerset, que, por su parte, cedió tales originales a Leonard Horner (por aquel entonces secretario de la Geological Society of London). Horner depositó los originales en la Biblioteca de la Geological Society, el 30 de noviembre de 1856 (conforme información del propio Horner).

En el catálogo de la Geological Society, publicado en 1881, se alude al manuscrito de Hutton como *Ilustraciones de la Teoría de la Tierra*.

Archibald Geikie, que editó y realizó la introducción del manuscrito, antes de llevar a cabo su empresa, parece haber buscado, durante años y sin éxito alguno, los textos de Hutton. Frank Adams

(1) John Clerk de Eldin (1728-1812), conocido como estratega naval, contribuyó significativamente a elaborar y divulgar el pensamiento de Hutton. Como pintor, ilustró conferencias y libros de Hutton. Tenía un interés particular en el estudio de las rocas y en su configuración (trabajó en las minas de carbón, como otros miembros de su familia). Se interesó particularmente por los afloramientos expuestos en las obras de la New Town en Edimburgo y realizó dibujos detallados que ilustran rocas sedimentarias y magmáticas, así como el contacto entre las mismas. Identificó estratificaciones, superposiciones e intersecciones de estructuras, usando diferentes técnicas pictóricas como juegos cromáticos, apuntillados y diversas técnicas espaciales. De este modo, mostró diferentes granulometrías en arenitas, conglomerados, etc.

afirmó, en 1934, que informó a Geikie, ya en 1897, de la localización de los manuscritos en la Geological Society por lo que, tras aprobación del Consejo de esta Asociación, el propio Geikie se propuso publicar la obra.

Geikie introdujo planos (esquemas) y dibujos, notas a pie de página y un prefacio en la primera publicación del libro, fechado en 1899. Con ello intentaba reparar la deficiencia que Seymour había mostrado, dejando el texto más claro.

Bailey (1967) presenta una sinopsis de la vida y obra de James Hutton. Sus investigaciones fueron importantes aportaciones para las ediciones de 1795 y 1899, por incluir conceptos geológicos sobre perspectivas adoptadas por Hutton.

### DESCRIPCIÓN DEL TEXTO PUBLICADO POR GEIKIE

El manuscrito original se encuentra claramente mutilado en esta publicación. Posee seis capítulos y acaba en el noveno. A pesar de sus más de doscientas setenta páginas, estimamos que se habrá perdido un tercio del contenido total.

Geikie calcula que se han suprimido más de ciento veinte páginas del original. Hoy cabe imaginar que como los originales estaban sin encuadernar, se debió extraviar una parte de los mismos en la transferencia del manuscrito entre Playfair y Seymour.

Los capítulos restantes, los publicados, relatan excursiones realizadas especialmente para comprobar la teoría huttoniana de la Tierra: viajes para el valle del Río Tilt (1785); Galloway (1786) e isla de Arran (1787), realizados en Escocia, región de la que Hutton ya había recopilado un conjunto preliminar de informaciones, que le sirvieron para realizar ciertas presuposiciones e hipótesis de orden científico.

Los otros tres capítulos explotan descripciones realizadas por otros naturalistas contemporáneos: en la región de los Alpes, con Horace-Benedict de Saussure, 1740-1799, que publicó varios volúmenes de relatos de viajes a los Alpes en 1779 y 1786,

describiendo aspectos meteorológicos y geológicos; en los Pirineos, con Bernard de Palassou, 1745-1830, que realizó un ensayo de mineralogía de la cordillera pirenaica en 1781; y en Calabria, con Déodat de Dolomieu, 1750-1801, que publicó las memorias de los terremotos de Calabria en 1784.

De acuerdo con el propio Geikie, no se incorporaron totalmente las correcciones manuscritas realizadas por Hutton en el texto original.

Cabe añadir todavía que el tema principal de la obra es la formación de granitos.

### EXAMEN DE LOS RAZONAMIENTOS UTILIZADOS EN EL TERCER VOLUMEN

Hutton hizo pública su *Teoría de la Tierra* en 1785. Sus ideas diferían en muchos aspectos de las teorías manejadas en tal época para explicar las características de las rocas, así como su secuencia temporal. Frente a sus contemporáneos, él atribuyó especial relevancia a los procesos erosivos y a sus evidencias. Para sustentar su pensamiento, recurrió a procesos de aumento de temperatura, emersión y levantamiento de continentes. Por consiguiente, uno de los aspectos cumbre de su explicación se refería al origen del granito. Para Hutton, éste se originaba de la fusión de rocas debido al calor interno de la Tierra. Tal perspectiva iba contra del pensamiento dominante de los naturalistas de entonces, que defendían la génesis como producto de precipitación química.

La versión de la teoría de 1795 recurre a exámenes de muestras de rocas observadas a través de microscopio, a descripciones realizadas por otros naturalistas y al montaje coherente del ciclo en que se sitúa la génesis de los granitos.

Hoy sabemos que, entre 1785 y 1788, se realizaron seis excursiones que intentaban comprobar las explicaciones huttonianas. Sin embargo, por motivos desconocidos, las narrativas de estos viajes, junto con los dibujos que se realizaron para ilustrarlos se hicieron públicos mucho después del fallecimiento de Hutton.

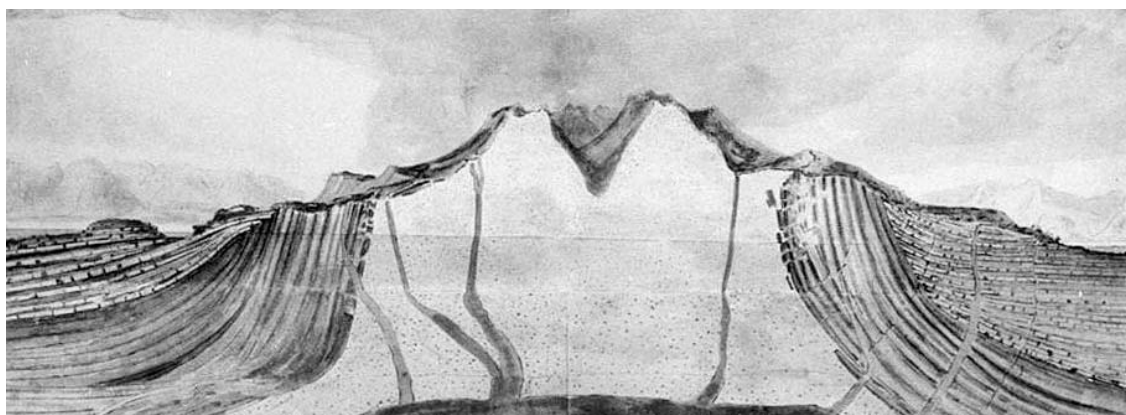


Fig. 2. Perfil de la Isla de Arran, elaborado por John Clerk of Eldin. (Reproducido por cortesía de Sir Robert Clerk of Penicuik).

La perspectiva minuciosa de Hutton se asienta en intensas observaciones y en descripciones de cuerpos rocosos realizadas *in situ* y revela su conocimiento sobre procedimientos dentro del campo de la Geología. Las excursiones intentan llegar más allá de los límites establecidos por estudios de gabinete e introducen la necesidad de obtener datos directamente, en la naturaleza. Este cambio de procedimiento sugiere que Hutton era consciente de las nuevas técnicas de investigación científica que se establecieron en aquel momento histórico.

Dentro de los límites de este estudio, subrayamos el pensamiento de Hutton a partir del viaje realizado a la isla de Arran, en agosto de 1787, relatada en el noveno capítulo del *Volumen III*. En tal visita, el naturalista recogió unos 300 kilos de muestras de rocas con el objetivo de reunir informaciones que enfatizasen el origen ígneo de los granitos. El primer relato público de esta investigación, *Observations on granite*, lo realizó para la *Royal Society of Edinburgh*, entre 1790 y 1791.

Tyrrel (1950) examinó las observaciones llevadas a cabo por Hutton en Arran, a partir del *Volumen III*. En su argumentación, intenta comparar las descripciones antiguas con las realizadas en su época en idénticas geografías.

A pesar de haber observado diversos granitos y considerado sus respectivas localizaciones estratigráficas, para Hutton, la isla de Arran se transformó en un lugar de particular interés para el desarrollo de sus teorías:

*“en esta pequeña isla, la forma y disposición de los cuerpos minerales son tales que desembocan en el conocimiento de todo lo que es necesario para producir la Tierra, o su superficie, como un mundo habitable, en tal caso, la exigüidad de tal territorio se convierte en una ventaja para el trabajo del naturalista”* (Hutton, 1899: 199).

Hutton afirmó (1899: 193) que el objetivo que perseguía en tal viaje era estudiar la “naturaleza del granito y su relación con los estratos que le eran contiguos”. En esta justificativa se encuentra igualmente uno de los aspectos relevantes para los estudios de historia natural (posteriormente incluidos dentro del campo de la ciencia geológica). Se trata del conocimiento de aspectos particulares en su relación con aspectos globales: “considero suficientemente interesante y comprensible construir un objeto de estudio de la historia natural describiendo la constitución particular de una pequeña porción de la Tierra” (1899: 193).

Lo particular resulta especialmente relevante cuando se establece en el seno de un cuadro natural más vasto, es decir, cuando lo contextualizamos dentro de una escala más general:

*“La fuerte apariencia alpina de Arran, en Escocia, a pesar de su lejanía del Continente, o sea, de su distancia de Shott Hills (a unas 50 millas de Arran), me causaba gran admiración desde hacía mucho tiempo, y fue allí donde siempre*

*esperé encontrar la naturaleza de las montañas, o mejor dicho, el lugar donde, mejor preservados que en cualquier otra latitud, esperaba encontrar los pasos de la naturaleza, desde su origen hasta su decadencia”* (Hutton, 1899: 193).

Tales afirmaciones muestran cómo debe desarrollarse el trabajo geológico y le permiten al lector comprender las estrategias intelectuales del investigador, cuya meta consiste en alcanzar el conocimiento de la naturaleza. Hutton trabaja con generalizaciones, extrapolaciones de observaciones realizadas directamente en la naturaleza y cuenta con el conocimiento de la ciencia de su época acerca de los fenómenos naturales.

El enunciado del propio método se revela de este modo, y el investigador, insistentemente, recurre a tal método. Así, cuando se propone estudiar los aspectos de los estratos, no intenta aprehender informes tomados aisladamente, de hecho, opera en sentido inverso: se selecciona el dato relevante (o la muestra ejemplar) y a ella se le otorga, a través de una cierta atribución teórica, un significado posible. Este hecho revela una disposición paralela del naturalista. Por un lado, se encuentra, la referencia teórica o el paradigma, que resulta de la búsqueda mental de los datos. Y, por otro lado, se presenta la parte del estrato que se diferencia de las demás, aceptada como un dato verdadero, es decir, **la comparación, en tal caso, resulta el rasgo distintivo crucial que admite organizar situaciones que a priori, parecen caóticas y disformes**. La naturaleza deforme, confusa, regida por el caos, es transformada por la mirada del naturalista. Desde esta nueva perspectiva, ella se organiza, posee una determinada configuración y una finalidad racional predefinida: “Déjenos, ahora, observar el sistema de economía mineral, en que se percibe cada marca del orden y del *design* (esquema) por medio de sabiduría y benevolencia providentes” (Hutton, 1795, 1: 168).

De la taxonomía de los materiales y de la comparación, y a partir de diversos criterios, Hutton intenta alcanzar las etapas naturales que producen la serie *configuracional* que se conoce en el presente. Se trata, pues, de una reconstitución histórica. La actividad descriptiva es metódica y puede ejemplificarse a través de representaciones pictóricas (en este caso, como ya he mencionado, realizadas por John Clerk de Eldin).

Cuando realiza una lista de los procesos erosivos (ríos, tempestades en las costas, depósitos en los fondos oceánicos), Hutton concluye que tales transformaciones amenazan los pilares de nuestro mundo actual. Y añade: “Así, no se pueden comprender las grandes cosas sin analizar muchas operaciones y operaciones de acontecimientos en su sucesión temporal” (Hutton, 1795, 1: 185).

El punto crucial de su teoría consiste, pues, en la generalización de las observaciones empíricas, en su taxonomía y orden, así como en la inclusión de casos particulares dentro de un cuadro natural y presente que tiene en cuenta la secuencia configura-

cional del tiempo. El movimiento que se realiza a partir de este método es analógico y analítico: **compara similitudes y diferencias encontradas en los objetos naturales**, en este caso, entre estratos y cuerpos rocosos, **para incluir cada espécimen individual en una determinada clase, establecer los matices entre estas clases y excluir los especímenes que no se adaptan al examen propuesto**. Desde una perspectiva más genérica se trata de una generalización inductiva. Sin embargo, este apartado debe ser analizado con mayor cautela. En la historia natural, la observación y representación visuales ocupan un destacado papel para la constitución de clases, géneros, etc., en contraposición con otros dominios científicos, como la química, a la que Hutton también se dedicó. En la historia natural se valoriza al extremo la mirada, la vista como sentido humano, cuando se comparan aspectos visuales externos e internos del objeto analizado<sup>2</sup>.

Hutton subraya, una vez más, el problema de la observación del caso particular (en las pp. 195, 196 y 197):

*“tal vez se pueda objetar que la generalización se apoya en uno o dos casos particulares y que las opiniones de los naturalistas con respecto a las masas primitivas no deben ser descartadas a partir de unas pocas observaciones realizadas por el Globo. Esta objeción, sin embargo carece de importancia, cuando consideramos que la opinión de aquellos naturalistas se apoyó sólo en principios. Ellos encontraron una apariencia en el Globo y concluyeron que era la primitiva, no hay otra razón para que se refute la comprensión de la naturaleza del cuerpo que ellos, por lo tanto, imaginaron con una existencia idéntica a la encontrada en el momento presente”.*

Hutton añade que se trata, en realidad, del movimiento inverso: el caso ejemplar debe ser considerado como una representación del estudio de la historia natural. Su interés por la isla de Arran consistió en realizar un examen de campo, a través de una excursión, para examinar detalladamente los materiales rocosos de la Isla. El conocimiento previo que poseía se relacionaba tan solo con la existencia de los granitos, carbón y calcáreos, mas, según el propio Hutton (1899:198), las dimensiones de la isla facilitarían una mayor representatividad de los datos.

Para establecer observaciones decisivas, se apoya en una cierta explicación preliminar lo que le permite formar una historia científica del todo.

La explicación inicial le atribuye un significado al nuevo dato empírico y, a su vez, aquélla se asienta en datos empíricos. Así que la idea inicial necesita ser confirmada a partir de la distribución espacial de las rocas en los diferentes locales.

(2) Rudwick (1978) muestra la importancia del dibujo para el propio surgimiento de la historia natural. Dos campos científicos se basaron, más que los demás, en los instrumentos del lenguaje visual a la hora de sintetizar sus informes empíricos: la geología y la medicina.

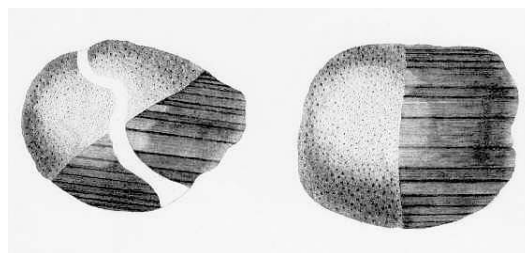


Fig. 3a. Dibujo de John Clerk of Eldin de cantos rodados con venas de granito, River Tilt. (Reproducido por cortesía de Sir Robert Clerk of Penicuik)..

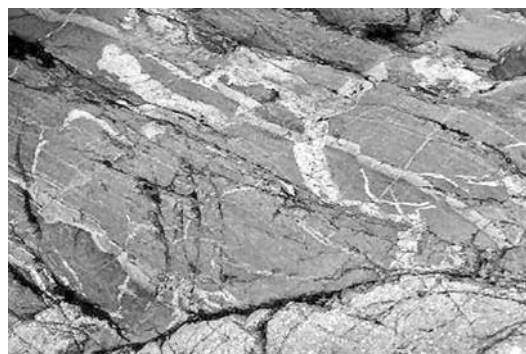


Fig. 3b. Foto de las venas de granito en Glen Tilt. (Reproducido por cortesía de D.B. McIntyre)

Para ello, Hutton divide la isla de Arran en “distritos” geológicos que “pueden ser distintos por sus fósiles peculiares” (Hutton, 1899: 201-02). Con base en un criterio clasificatorio, se ordena el cuadro, *a priori* caótico “para ver la estructura general de la composición del campo” (1899: 201-02). ¿Cuales fueron los procedimientos de Hutton?: “Primero se indica la geografía de cada distrito y la naturaleza de los fósiles que lo caracterizan” (1899: 201-02). A partir de estos datos, se cuestiona cuál es la forma de esos cuerpos de materiales rocosos, cómo resulta su forma y qué contactos se establecen entre los cuerpos, que, unidos a la naturaleza de la sustancia, “determinan qué operaciones se utilizaron en la producción” de la Isla, “especimen de nuestra Tierra” (1899: 201-02). Se trata de un pensamiento dinámico que combina observaciones, definición de patrones y comparaciones de elementos de escalas diversas que conducen a explicaciones generales. La división de la isla de Arran en distritos geológicos, es decir, su clasificación, es dar un paso hacia la construcción de una explicación histórica.

El distrito geológico del granito se encuentra en la porción central de la isla y la traspasa de punta a punta, de norte a sur, lo que caracteriza la apariencia singular de su relieve según Hutton (1899: 202-04).

El segundo distrito geológico es el del esquisto (en la más amplia del término acepción en aquel momento histórico). Hutton (1899: 206) observa que hay un grupo de diferentes rocas en dicho distrito y que el elemento esencial de su descubrimiento reside en su distribución espacial. El segundo distrito se encuentra “inmediatamente al lado” del granito, como una *camisa* que arropa tal roca. El granito, por lo tanto, aparece en el esquisto.

El tercer distrito está compuesto de rocas “secundarias y terciarias”. Su “estratificación es muy evidente” y su origen procedería de “depósitos de operaciones naturales al nivel del mar” (Hutton, 1899: 208). El naturalista añade que las masas rocosas del tercer distrito se encuentran generalmente rodeando la isla y se disponen horizontalmente, con escasas variaciones, “excepto donde hay contacto con cuerpos alpinos” (Hutton, 1899: 209).

Tras haber reunido los elementos descritos sobre tipos de rocas y sus respectivas distribuciones espaciales, después, por tanto, de haber clasificado los materiales presentes, Hutton inicia su interpretación de la historia local y examina la forma particular de esos cuerpos, sus contactos, el orden y la secuencia de la formación de los mismos. Para el naturalista, este procedimiento es la vía para encontrar el significado de los procedimientos que usó la naturaleza para producir esa isla concreta y, en otra etapa de la investigación, la Tierra entera.

Cuando describe las relaciones entre diferentes rocas, Hutton acentúa el hecho de que el granito rompió e invadió los esquistos y envolvió una parte de los mismos. Tras notar y caracterizar la existencia de diferencias en el panorama natural de las rocas, el naturalista marca los diferentes especímenes (se trata ya de un primer paso hacia la generalización). Posteriormente intenta organizar cada especie dentro de un cuadro ordenado. Sin embargo, el cuadro no cabe en un solo instante temporal; cada especie debe ser catalogada en su espacio y en su tiempo.

Hutton (1899: 226-27) concluye que el origen del granito es magmático y que su posición estratigráfica es posterior a los esquistos. Estas conclusiones aportan datos para la historia del lugar concreto, mas pueden hacerse generalizaciones a partir de estos estudios locales y, para el pensador del siglo XVIII, ésta es la garantía de la explicación general para cualquier tipo de granito envuelto por esquistos o por otras rocas secundarias o terciarias.

En la página 230 Hutton ilustra su pensamiento a través de una figura. Puede ser la ilustración, realizada por John Clerk y descubierta en 1968, en la cumbre del monte Goatfield, que muestra los diferentes distritos y su distribución espacial, base, complemento y representación gráfica de su teoría sobre los granitos (Cf. Figura 1).

Podemos considerar la isla de Arran como una totalidad en que los diferentes distritos se componen en un orden único y al mismo tiempo compartido por otros lugares, pero lo más notable de aquel lugar es la clara ejemplificación de tales diferen-

cias, por causa de su escala, de sus dimensiones espaciales y las transformaciones que dejaron sus huellas en los cuerpos rocosos.

Este argumento parte de procedimientos clasificatorios y se dirige hacia los mecanismos responsables por la fusión de las rocas. Va más allá de los límites de la clasificación para adentrarse en la naturaleza de las transformaciones que acaecen en la entraña de la materia.

La teoría huttoniana no admite que las montañas primitivas puedan representar un estado pre-natural, sobre todo porque revelan un curso natural que se encuentra en armonía con el “orden de las cosas” (Hutton, 1899: 195). En realidad, Hutton no acepta la idea de que las montañas formadas por granitos sean formaciones primitivas ya que al examinar los locales, puede observarse el quehacer dinámico de la naturaleza.

El criterio químico se combina con la taxonomía. Los procedimientos químicos sirven para averiguar la naturaleza diferenciada de materiales encontrados cerca de rocas ígneas (Hutton, 1899:251-252).

El criterio químico se convierte en un índice genético. Para comprender plenamente tal argumento cabe subrayar que al iniciar su capítulo, Hutton intentó desarrollar la explicación defendida por otro naturalista de su época, un werneriano, que había descubierto pasajes graduales entre diferentes tipos de rocas, lo que comprobaría la antigüedad de los granitos con respecto a las otras rocas (Hutton, 1899: 200-01).

Una vez realizada la investigación específica en la isla de Arran, Hutton intenta buscar los límites espaciales de las operaciones acaecidas en tal lugar. Nota que no cabe duda sobre la constante influencia del mar y de la atmósfera sobre la erosión del granito, lo que implica la “real disolución de la Tierra sólida” (Hutton, 1899: 257-58) tangible en cualquier local costero, insular o continental. A pesar de esta afirmación, Hutton (Hutton, 1899: 257-58) afirma para aquéllos que “no poseen conocimientos para leer el libro de la naturaleza”, que existe toda una pluralidad de teorías sobre la Tierra. Frente a esta pluralidad, destinada a los principiantes, Hutton lanza su teoría para expertos: Arran posee características que representan otras mayores, globales.

Tras el argumento que refuta las teorías de sus adversarios, Hutton vuelve a hacer hincapié en sus correlaciones de orden espacial. Se pregunta hasta dónde se extienden las rocas presentes en la isla de Arran. Las rocas laterales van alejándose y compondrían las grandes masas de materiales ígneos de las regiones vecinas, de las islas escocesas próximas.

La información reunida, tanto de procedimientos taxonómicos como químicos – disolución y fusión– nos llevan a una explicación general de la historia de la isla. Al principio,

*“se compuso [...] con cuerpos estratificados, esquistos alpinos (muy modificados por la fusión y desplazados de su posición original) que con-*

*tienen marcas visibles de cuerpos organizados y de otros de estratos de probable formación más reciente, menos alterados por la fusión, que contienen las marcas de cuerpos organizados”* (Hutton, 1899: 262-263).

Hutton defiende que las masas originales de tierra, al principio inmersas en el mar, sufrieron la invasión, con las consiguientes rupturas provocadas por cuerpos en estado de fusión (tales como los granitos). Tales invasiones habrían acaecido en varias ocasiones, consecutivamente. Así se habría formado la parte más elevada de la isla. Cuando demuestra que Arran revela el ciclo de transformaciones que se producen en la Tierra, Hutton concluye su historia afirmando que su investigación se apoyó en evidencias obtenidas a partir de procedimientos clasificatorios y químicos.

El manuscrito publicado a finales del siglo XIX presenta cuidadosos procedimientos para interpretar el origen de los granitos. En él se encuentran reunidos razonamientos y observaciones taxonómicas y químicas cruciales para desarrollar explicaciones acerca de la historia de diversas regiones y de cada tipo de roca.

Los procedimientos adoptados en los otros capítulos poseen fórmulas similares a la utilizada para la descripción de Arran y la construcción y defensa de la teoría plutonista. Sirva como ejemplo el capítulo en que se refiere a los Alpes suizos, con base en las descripciones realizadas por Saussure, en la que una parte del texto se destina a la descripción de cada material rocoso; otra parte a rechazar el argumento werneriano y en la tercera parte, trata los posibles fenómenos químicos que se asocian a las rocas o minerales descritos por Saussure. En definitiva, el procedimiento principal del argumento parece repetirse para construir la teoría huttoniana y, consiguientemente, rechazar la teoría adversaria.

## DISCUSIÓN

Por desgracia, hay varios aspectos de la vida y la obra de Hutton que permanecen oscuros hasta nuestros días. La primera incógnita se refiere al material publicado a partir del recorrido intelectual de Hutton y su participación en tal hecho. Cabe cuestionar por qué no se utilizaron los relatos del *Volumen III* para argumentar la segunda y tercera versión de la *Teoría de la Tierra* (1788 y 1795, respectivamente). En parte, el atraso de la publicación (casi un siglo) se debió al propio Hutton, ya que cabe suponer que si en la versión de 1788 se hubiesen incluido las descripciones del *Volumen*

*III*, la influencia ejercida por su teoría sería más rápida e intensa.

Cuando se trata de tal publicación, permanecen los misterios. Geikie era presidente de la *Geological Society of London* y pasó años buscando los documentos en diferentes viajes entre Edimburgo y Londres hasta que, en una fiesta, Adams le contó que los documentos estaban en la Biblioteca de la *Geological Society*. Geikie alega que conocía la existencia de los documentos sólo a partir de referencias realizadas por Playfair y Seymour; Adams, por su parte, afirmó que descubrió accidentalmente los manuscritos cuando intentaba localizar la versión huttoniana de 1795.

Cabe cuestionar igualmente por qué Playfair y Seymour no intentaron publicar los manuscritos. Resulta extraño el hecho de haberlos guardado durante años sin que ninguno de ellos intentase editarlos. No sólo porque el estilo del texto del *Volumen III* es más directo que el de las versiones anteriores, sino porque sólo en él se encuentran abundantes evidencias sobre la teoría huttoniana de la Tierra. Por aquel entonces las ilustraciones explicativas, que servirían para enriquecer los relatos, se encontraban en poder de John Clerk de Eldin.

Como ya dijimos, la clasificación de Hutton se apoya en **caracteres externos que presentan lo que existe en la naturaleza**. Se trata de una actividad intelectual comparativa. Si en un primer momento observar directamente el objeto resulta fundamental, en un segundo momento adquiere un papel crucial el representarlo para generar conceptos (como afirmamos con respecto a Arran y a las pinturas de Clerk, ejemplo que podría adaptarse a un amplio conjunto de situaciones y de lugares).

La importancia fundamental de las representaciones visuales se enuncia en el mismo título de la *Teoría de la Tierra: con pruebas e ilustraciones*. Se trataba pues de un proceso en el que se relacionan los objetos externos y la imagen de los mismos, filtrada por una comprensión del objeto que transporta el aspecto empírico desde su lugar, externo, hasta la mente, espacio interactivo de la mente con el propio objeto: la representación. Ésta se construye en el cuadro natural formulado por la mente, a través de una búsqueda racional, destinada a formar un modelo coherente y armónico del mundo natural. Cabe subrayar, por lo tanto, la importancia de la referencia teórica para formular el cuadro taxonómico, ya que sin ella sería imposible reunir de forma lógica y consistente los datos obtenidos únicamente con los órganos sensoriales<sup>3</sup>.

(3) Pohlenz (1978: 88-90) *compila las formulaciones de los estoicos acerca del silogismo aristotélico. Subrayo aquí la proposición de Crisipo. Para Pohlenz, Crisipo dominaba ampliamente la dialéctica e intentó asentar la teoría del silogismo sobre nuevas bases. Poseía él la nítida conciencia de que el silogismo no bastaba para explicar el universo (aspiración del filósofo empírico). Adoptó de Zenón la importancia de la determinación conceptual y de la definición. Practicó una sutil subdivisión del género en especie y subespecie, salvaguardando el contenido lingüístico pero separándolo del objeto que se intentaba explicar. El concepto universal, objeto aristotélico, para los estoicos existía sólo en nuestro enunciado mas no era un ser real ni corpóreo. Crisipo, según Pohlenz (1978), se dio cuenta de que para comprender el mundo en su realidad era necesario situar la cosa singular, lógicamente, dentro de un determinado género mas, lo que resultaba aún más importante era acercar el dato empírico al orden ontológico del cosmos para esculpir la ley de la causalidad, ordenando la forma singular del ser y la materia de hecho en un ideal práctico. La empresa huttoniana, como indicaré, se aproxima al movimiento descrito por Pohlenz.*

Las representaciones mentales sobre la naturaleza se comparan entre sí a través de un proceso analógico. El rigor para establecer distinciones y agrupamientos en clases, especies, etc., sirve como base para la comprensión de las regularidades que actúan en la naturaleza. O dicho de otro modo, la mente es capaz de trazar conexiones entre objetos diferentes, comparándolos con auxilio de la memoria y este hecho garantiza la *verdad* de los enunciados, representaciones y comprensión acerca del mundo natural (lo que comprueba que la naturaleza posee una regularidad, un orden, un esquema).

Hutton comprendió que para entender el mundo en su realidad era necesario situar lógicamente el elemento singular. Éste se incluiría en una cierta clase y lo que resulta aún más significativo, el dato empírico se aproximaría al orden general de todas las cosas. Es decir, el elemento particular debía vincularse al orden cósmico. De este modo era posible enunciar una ley que explicase los acontecimientos ocurridos en el pasado.

Es posible ahondar el pensamiento huttoniano, acentuando la importancia lógica de la determinación conceptual, así como de la definición de la práctica clasificatoria. Al subdividir las clases, Hutton salvaguarda el contenido lingüístico y explica además el elemento externo a la mente. El ser humano, en consonancia solidaria con el cosmos, resulta un todo homogéneo; primero por su naturaleza animal, pero, sobre todo, por su naturaleza intelectual. Así, la armonía y la simpatía presiden las interrelaciones entre el ser humano y el universo.

La base del pensamiento de Hutton se encuentra en un cierto conjunto de referencias clásicas. Oscila esencialmente entre Aristóteles y los estoicos, con predominio de los segundos sobre el primero. Este sustrato antiguo se expone en diversas partes de sus obras en las que el autor introduce insistentes imágenes, metáforas, utiliza un estilo arquitectónico y compila antiguos temas del conocimiento humano.

La *Teoría de la Tierra*, de 1795, es un claro ejemplo de la tesis sobre el silogismo aristotélico bajo la perspectiva de Crisipo, ya que está en armonía con el rigor discursivo y la importancia de la definición defendida por Zenón y seguida por Crisipo, quien intentó definir un silogismo y una dialéctica adecuada para los estudios experimentales. Dentro de esta misma perspectiva, Hutton les otorga a la comparación y a la analogía una importancia estratégica para la construcción de su pensamiento. Este papel preponderante aparece con mayor vigor en el *Volumen III*. Cabe observar que este hecho no es un elemento que caracteriza exclusivamente a Hutton frente a otros naturalistas. Para el pensamiento em-

pírico en historia natural, la analogía y el elemento comparativo eran, y son, fundamentales<sup>4</sup>.

Lo que cabe subrayar en la teoría huttoniana es la construcción de una secuencia temporal que, aliada a procedimientos químicos, conduce hacia la interpretación histórica. La Geología, por lo tanto, desde sus primordios es un campo sintético que une la clasificación de productos del pasado a la idea del proceso o de la transformación acaecidos. La idea común de que la Geología es una ciencia configuracional y descriptiva parece, al mismo tiempo, exacta e incompleta, ya que cuando se describe la distribución de rocas, minerales y fósiles está explicándose la génesis de los mismos.

### ¿HACIA DÓNDE APUNTA LA HISTORIA PARA LA ENSEÑANZA ACTUAL DE LAS GEOCIENCIAS?

Este campo del conocimiento que mezcla aspectos estáticos y dinámicos de la naturaleza sugiere que su transmisión debe explotar ambas posibilidades de raciocinio. Rasgos esenciales del pensamiento geológico –defiende Frodeman (1995)– conlleva trabajar simultáneamente con el tiempo, la estructura interpretativa, hipotética y narrativa y la observación y representación visuales para la formación de explicaciones acerca de procesos acaecidos, así como sobre su futuro recorrido por desarrollar. Sirvan como ejemplo las previsiones sobre el comportamiento interactivo entre la sociedad y la naturaleza.

Un aspecto ausente en el siglo XVIII era la precisión en las medidas y la cuantificación de los procesos geológicos. La teoría de sistemas introdujo elementos para comprender los procesos asociados a esfuerzos que se proponen estipular balances más precisos sobre las transformaciones que ocurren en el Planeta –como Rojero (2000) indica. Sin embargo, lo que más nos interesa destacar aquí es la importancia de raciocinios analógicos y comparativos oriundos de la historia natural, con el fin de delimitar el sistema por examinar y para comprender a qué procesos y balances debemos recurrir para establecer previsiones más exactas.

Nuestro estudio reveló que el conocimiento geológico del siglo XVIII, especialmente el de James Hutton, no cabe encuadrarse dentro de una estructura de razonamiento descriptivo y taxonómico. Los procedimientos que usó para clasificar materiales rocosos no eran sino tentativas para explicar el origen de los mismos.

Este hecho sugiere que aquellas fórmulas pedagógicas que desarrollen en los alumnos una comprensión de sistemas y de balances deben tener en cuenta la construcción histórica, lo que implica tra-

(4) Señalamos que pueden vincularse diversos ejemplos al método comparativo. Locke, según Franco (1993), adoptó el pensamiento clasificatorio para diferenciar a los seres humanos en su *Segundo Tratado sobre el gobierno civil*. Además, añadido yo, asoció la analogía a la filosofía natural en su *Ensayo sobre el entendimiento humano*. El pensamiento de Buffon posee profundas diferencias con respecto al de Hutton. Sin embargo, ambos se aproximan por sus métodos y se diferencian claramente de la historia natural. Roger (1993:529) opina que ningún sistema podría separar a todos los seres vivos dentro de categorías definidas y sin matices.



bajar codo a codo con la comprensión taxonómica y con la perspectiva de los procesos geológicos para tener una perspectiva ambiental que tenga en cuenta el tiempo geológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey, E.B. (1967). *James Hutton – The Founder of Modern Geology*. Elsevier Publishing, Amsterdam.
- Cockburn, H. (1856). *Memorials of his time*. Black, Edimburgo.
- Craig, G.Y. (Ed.). (1978). *James Hutton's Theory of The Earth: the lost drawings*. Scottish Academic Press, Edimburgo.
- Dean, D.R. (1992). *James Hutton and the history of geology*. Cornell University Press, Ithaca.
- Franco, M.S.C. (1993). "All the world was America.": John Locke, liberalismo e propriedade como conceito antropológico. *Revista USP*, 17, 30-53.
- Geikie, A. (1897). *The founders of geology*. Macmillan, Londres.
- Hutton, J. (1785). *Abstract of a dissertation read in the Royal Society of Edinburgh, upon the seventh of March, and fourth of April, M,DCC,LXXXV, concerning the system of the earth, its duration, and stability*. [Edinburgh]: [se]. (Facsimil editado por G.Y. Craig. Edinburgh University Press, Edimburgo).
- Hutton, J. (1788). Theory of the earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of the land upon the globe. *Transactions of Royal Society of Edinburgh*, 1.2, 209-304. (Facsimil editado por George W. White. *Contributions to the history of geology*. v. 5. Hafner Press, Nueva York).
- Hutton, J. (1794). Observations on granite. *Transactions of Royal Society of Edinburgh*, 3.2, 77-85. (Facsimil editado por George W. White. *Contributions to the history of geology*. v. 5. Hafner Press, Nueva York).
- Hutton, J. (1795). *Theory of the earth, with proofs and illustrations*. Cadell and Davies. 2 v, Edinburgh. (Facsimil editado por J. Cramer e H. K. Swann. Verlag von J. Cramer, Lehre).
- Hutton, J. (1797?). *Elements of Agriculture*. Manuscrito, 2 v. [Edinburgh]. National Library of Scotland, Department of Manuscripts, Shelf Mark: MS 23165.
- Hutton, J. (1899). *Theory of the earth, with proofs and illustrations*. Edited by Sir Archibald Geikie. Geological Society of London, London. (Facsimil editado por Geological Society of London. Londres).
- Hutton, J. Carta de James Hutton para Cadell e Davies, sobre a publicação da teoria da Terra. Edimburgo, 6 Out 1795. Manuscrito. Biblioteca da University of Edinburgh, Special Collections, La.II.646/128 (1)
- Jones, J. (1986). James Hutton. In: Daiches, D.; Jones, P.; Jones, J. (Ed.). (1986). *A hotbed of genius: the Scottish enlightenment 1730-1790*. Edinburgh University Press, Edimburgo.
- Playfair, J. (1805). Biographical account of the late Dr. James Hutton. *Transactions of Royal Society of Edinburgh*, 5.3, 39-99. (Facsimil editado por George W. White. *Contributions to the history of geology*. v. 5. Hafner Press, Nueva York).
- Pohlenz, M. (1978). *La stoa: storia di un movimento spirituale*. La Nuova Italia Editrice, Florencia.
- Roger, J. (1993). *Les sciences de la vie: dans la pensée française au XVIIIe siècle*. 3 e. Albin Michel, París.
- Rojero, F.F. (2000). ¿Una asignatura sistémica o sistemática? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(3), 189-196.
- Tyrrel, G.W. (1950). Hutton on Arran. *Proceedings of The Royal Society of Edinburgh*, 63(B): 369-376. ■