

Francisco Anguita(*)

RESUMEN:

La Geología, o tratado de la Tierra, y las Ciencias de la Tierra, o conjunto de conocimientos sobre la Tierra, no constituyen campos de conocimiento coincidentes. Es evidente que la Geología es una Ciencia de la Tierra; pero el dato esencial es que la Geología clásica se construyó sobre una tradición geográfica, mientras que las Ciencias de la Tierra están basadas en una síntesis de la tradición naturalista con metodologías propias de las Ciencias Físicas, como la modelización y la cuantificación.

Estas ideas se argumentan revisando tres tratados clásicos en la evolución de la Geología: “La faz de la Tierra” de Suess, la “Geología Física” de Holmes, y “Las Ciencias de la Tierra” de Strahler.

ABSTRACT:

Geology (the treaty on Earth) and Earth Sciences, or Earth knowledge, are not synonymous fields of knowledge: the first is of course included in the second, but the main difference between them is that classical Geology follows the geographical tradition while the Earth Sciences have been built upon a recent blend of Naturalism and some Physical Science methodology, such as modeling and qualification. These ideas are esemplified through the comparative analysis of three classical geological treatises: Suess’ “The face of the Earth”, Holmes’ “Principles of Phisical Geology”, and Strahler’s “The Earth Sciences”.

Palabras clave: *Geología, Ciencias de la Tierra, epistemología, holismo.*

Keywords: *Geology, Earth Sciencies, epistomology, holism.*

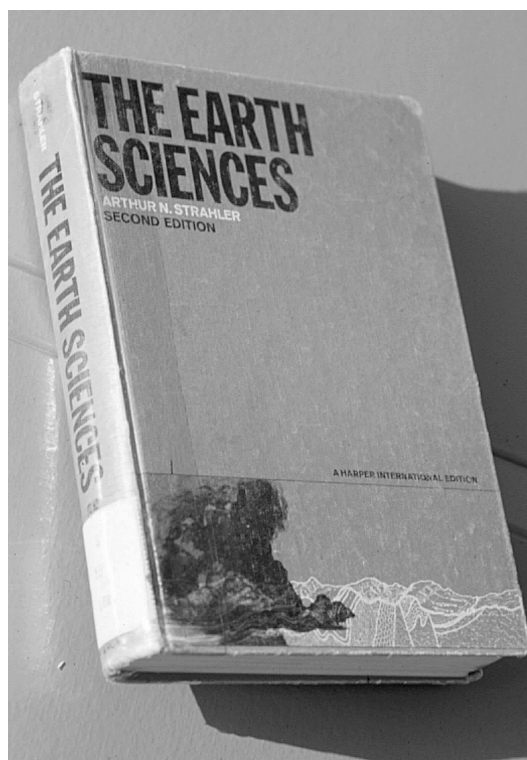
INTRODUCCIÓN

En 1963, Arthur N. Strahler, geomorfólogo de la Universidad de Columbia, en Estados Unidos, publicó un largo tratado titulado *The Earth Sciences*, Las Ciencias de la Tierra. Las cuatro partes de que constaba tenían por subtítulos nombres de diversas ciencias, geológicas (incluso aparecía la Geología) o no geológicas: Astronomía, Geodesia, Magnetismo terrestre, Meteorología, Oceanografía, Geología, Geofísica, Geomorfología e Hidrología.

En el prólogo, Strahler justificaba esta estructura como una respuesta a la irrupción de “un impulso significativo de amalgamar diversas ramas y métodos de investigación de la Ciencia para resolver nuevos y complejos problemas en Ciencias de la Tierra”; así como de “una inversión de la tendencia a la fragmentación y compartimentación que en los últimos tiempos había sido el precio del incremento de la información científica”.

LAS CIENCIAS DE LA TIERRA, Y EL PLANETA AZUL

Así pues, el alma de la obra de Strahler era una voluntad de romper la barrera entre dos ámbitos científicos: de una parte la Geología y sus ramas clásicas (las Ciencias Geológicas), o sea lo que podríamos llamar *Ciencias de la Tierra sólida*; de



“The Earth Sciences” . Strahler.

(*) Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense, 28040 Madrid.



“La faz de la Tierra”. Suess.

otra, las que ya comenzaban a denominarse *Ciencias de la Tierra fluida*. La propuesta de Strahler era aparentemente simple: ¿Están los océanos en la Tierra? Entonces, la Oceanografía debe considerarse tan Ciencia de la Tierra como la Mineralogía. El auge espectacular en esos años de las investigaciones marinas (en campañas donde participaban geólogos y no geólogos) sin duda contribuyó a acelerar la unificación.

El enfoque global se hace explícito de forma inmediata: “La Tierra como planeta” es el título de la primera parte del libro. Pero también parece claro que el principal motor de esta globalidad no es la aún muy incipiente tectónica de placas, que sólo aparece con cierto relieve en sucesivas ediciones del tratado. Es más bien el comienzo de la exploración del Sistema Solar lo que parece proporcionar este énfasis holista: Estados Unidos acababa de embarcarse en la carrera hacia la Luna, y ello explica el hecho más bien exótico de que haya todo un capítulo dedicado a nuestro satélite...y a los satélites artificiales. El efecto *Sputnik* y la respuesta de América.

En todo caso, sólo faltan cinco años para que un biólogo austríaco se rebelde contra el predominio de las Ciencias Físicas y proclame en su Teoría General de los Sistemas (von Bertalanffy, 1968; ver Enseñanza de las Ciencias de la Tierra nº 1.2) la importancia de las interacciones entre las partes de un todo. Hacia la Navidad de ese mismo año, un astronauta con alma de poeta se convierte en el primer hombre en contemplar *toda* la Tierra desde el espacio: “Borman podía ver el lugar que estaban dejando: no un paisaje sino un *planeta*, una esfera luminosa que, fuesen cuales fuesen los nombres que los hombres le habían dado, merecía ser llamada El Planeta Azul...” (Chaikin, 1994). Se ha dicho, y

probablemente con algo de razón, que el movimiento ecológico nació a partir de la famosa foto de la Tierra elevándose sobre la Luna gris. Desde luego, esta visión de la Tierra desde fuera supone una revolución psicológica que también impacta sobre la Ciencia, y sobre el modo de ver la Ciencia.

CIENTÍFICOS DE LA TIERRA Y PROFESORES: DE SUESS A STRAHLER, PASANDO POR HOLMES

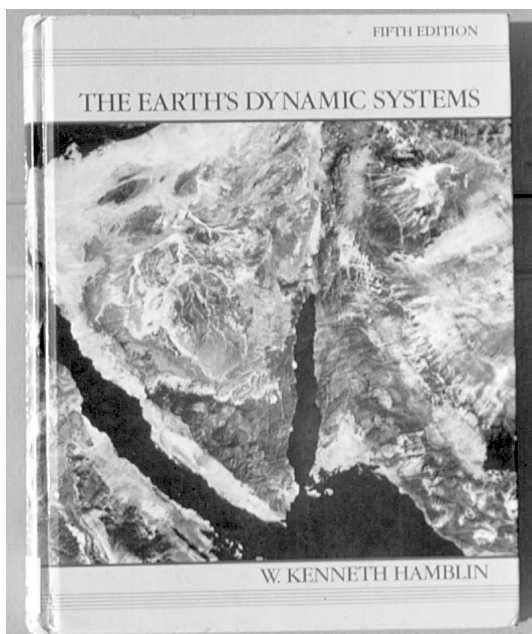
El prólogo de *The Earth Sciences* contiene, además de afirmaciones epistemológicas, una enorme y significativa colección de agradecimientos: Strahler cita nada menos que a 34 revisores de diversas partes del libro. Nominalmente, todos son *Earth scientists* (expresión que, significativamente, nunca se ha traducido al castellano); en realidad, son microespecialistas como casi todos los científicos: dominadores de parcelas muy concretas de un vastísimo campo, del que sólo un generalista voluntarioso como Arthur Strahler se empeña en dibujar un panorama unificado. ¿Qué le mueve a hacerlo? Ningún secreto: Strahler actúa como *profesor*, y por ello se plantea no sólo lo que tienen que saber sus alumnos, sino también en qué marco deben realizar su aprendizaje. De nuevo una cita del prólogo: “Las facultades de Geología tienen la responsabilidad de enseñar el espectro completo de las Ciencias de la Tierra”.

El libro de Strahler tuvo una amplia repercusión. Traducido y editado repetidas veces, ha ejercido una influencia quizá comparable con *La faz de la Tierra*, el ingente tratado en cuatro tomos publicado entre 1885 y 1909 por el austro-húngaro Eduard Suess. Resulta interesante comparar ambas obras, porque nos pueden dar una buena perspectiva

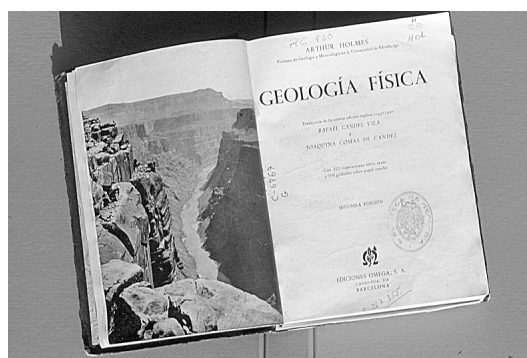
de las raíces de la Geología y de las Ciencias de la Tierra, respectivamente.

Como ya indica su título, el tratado de Suess es un libro de viajes: el autor, como una especie de Marco Polo de la Geología, está claramente más interesado en recopilar información que en presentar explicaciones. Aunque éstas se inscriben más o menos implícitamente dentro del contraccionismo dominante, Suess ni siquiera cita el geosinclinal, que era el corolario más conocido de aquella teoría de la Tierra. Muchos geólogos clásicos de la siguiente generación (como Argand, o Gansser) usarán “La faz de la Tierra” como base para hipótesis muy distintas. Hay un paralelo claro entre este libro y “El origen de las especies” de Charles Darwin; con la diferencia de que Darwin estaba fundando un nuevo paradigma al escribir el suyo. Esto es lo que realmente le falta al libro de Suess: una hermosa idea, la *beautiful theory* de la que habla el Nobel de Física Steven Weinberg. Tan hermosa como la que los modernos viajeros, ahora en barcos oceanográficos y a caballo de ondas sísmicas, descubrieron en los mismos años en que Frank Borman descubría el planeta Tierra.

“Las Ciencias de la Tierra”, en cambio, no tiene nada de geográfico, al menos en el sentido clásico del término: por el contrario, se trata del primer texto de gran difusión que marca la influencia de la Física en la Geología moderna. Con esta ciencia entran en escena otras herramientas, como la capacidad y necesidad de modelizar y, para ello, de cuantificar. Como esta metodología sirve igual para investigar borrascas que corrientes oceánicas o que los hipotéticos flujos convectivos del manto, nada más lógico que unificar todas estas campos de trabajo en un único conjunto de disciplinas. En suma, las Ciencias de la Tierra no son un invento caprichoso, sino la consecuencia inevitable de una nueva



“The Earth’s Dynamic Systems”. Hamblin.



“Geología Física”. Holmes.

forma de hacer la Ciencia. Una metodología que gana sus primeros laureles con la predicción cuantitativa de los movimientos continentales (Smith *et al.*, 1990).

Como un puente entre Suess y el norteamericano puede considerarse otro gran tratado que también marcó una época en la evolución de las Ciencias Geológicas. Se trata de *Principles of Physical Geology* (“Geología Física” en su traducción al castellano) del británico Arthur Holmes, profesor de la Universidad de Edimburgo. Holmes ya se había ganado un puesto de honor en la historia de la Geología al ser el primero en sugerir que el interior de la Tierra estaba animado de movimientos convectivos; pero además, aprovechando su magistral capacidad para la divulgación, publicó en 1944 este libro, que conoció un éxito instantáneo y universal. Tanto, que después de innumerables reimpresiones, reediciones y traducciones, volvió a aparecer en 1965 completamente renovado, aunque conservando el mismo título.

La “Geología Física” constituye en sí misma una historia bibliográfica de la transición entre Geología y Ciencias de la Tierra. En las primeras ediciones, sus traductores se justifican por el hecho de que el libro aparezca en una colección dedicada a libros de Geografía, con el argumento de que “los estrechos vínculos entre ambas ciencias hacen que con dificultad se lleguen a deslindar sus respectivos campos de acción”. En cambio, las ediciones renovadas (de 1965 en adelante) se dedican a proclamar cambios epistemológicos revolucionarios, al mismo tiempo que introducen nuevos conceptos de base físico-Química (como la reología, las dataciones radiométricas, o la Climatología) que pronto se convertirán en nuevas especialidades. Significativamente, Maurice Ewing y otros colegas del Observatorio geológico Lamont reciben agradecimientos por auxiliar al autor a llevar a las páginas de su tratado la revolución en marcha.

Por último, el orden de los capítulos cambia significativamente: los procesos internos pasan por delante de los externos, indicando claramente dónde está, a juicio del autor, el motor de la dinámica terrestre en su conjunto. El Holmes renovado es, pues, un tratado de la Nueva Geología, comparable a cualquier texto moderno. Como por ejemplo el excelente

Preface

T

HE SEVEN YEARS that have elapsed since publication of the First Edition of this book span an epoch of scientific exploration and discovery without parallel in our century. Developments in geology and solid-earth geophysics, in submarine geology and sedimentology, in space science, and in lunar and planetary geology have occurred during this period at an unprecedented rate. Consequently, the demands of a textbook revision have been heavy and have necessitated the writing of much new material and the preparation of many new illustrations. As I have pointed out in a statement closing Chapter 41, a significant trend in the last decade has been the bringing together of diverse branches of science and methods of investigation to solve new and complex problems in the earth sciences. This reunification of science seems to have reversed the drift toward fragmentation and compartmentalization that was for decades the price of increased scientific information.

The writing of the First Edition of this book was prompted by my conviction that a major redistribution of emphasis was long overdue in the introductory course offered as part of the general education of the college student by departments of geology throughout the United States. I stated then that the teaching of the full spectrum of the earth sciences should be recognized as the responsibility of each geology department within the fold of the natural sciences. Success of the First Edition has supported my conviction, although it is obvious that the weight of tradition has continued to impede the modernization of course content in many of our colleges and universities. The pressure, however, of new discoveries is forcing a reorganization of institutional departments; we now find unions of geologic, atmospheric, oceanographic, and space sciences to the accompaniment of a strong infusion of geophysics, geochemistry, and astronomy. It is to such unified programs of broad scope that the Second Edition of *The Earth Sciences* is directed.

Prólogo de la publicación en lengua inglesa de "The Earth Sciences", de Arthur N. Strahler

The Earth's dynamic systems de Kenneth Hamblin (Universidad de Utah), aparecido en 1975, y que está declaradamente escrito bajo una trilogía epistemológica: la Tectónica de Placas como paradigma, la Teoría de Sistemas como metodología y las Ciencias de la Tierra como marco ideal. No por casualidad, Hamblin dedica los últimos capítulos de su libro a la Geología Ambiental y a la Geología Planetaria.

¿CUÁNTAS MATEMÁTICAS HACEN FALTA?

Esta revolución metodológica no está exenta de discusiones. Por ejemplo, entre los fanáticos de la cuantificación y los que defienden que la Geología, siendo como es una ciencia histórica, debe tener *siempre* como finalidad última el contar una historia.

Un representante ilustre de la primera tendencia es el italoamericano Cesare Emiliani, quien se pregunta desdenosamente (Emiliani, 1988) cómo se puede explicar el flujo de un glaciar sin utilizar ecuaciones. En el extremo opuesto, el norteamericano Robert Frodeman reivindica el razonamiento geológico como autónomo del de la Física: para Frodeman (1995), la clave de la Geología es su carácter de ciencia hermenéutica, o sea interpretativa, y no su adquirida capacidad de cuantificación. De alguna forma, se trata de una versión actualizada del viejo debate entre la elegancia y la brillantez de Newton y la minuciosidad y la intuición de Darwin. Y no debemos olvidar que el estrambote de esta pelea tuvo lugar entre un físico ilustre (Lord Kelvin) y un naturalista no menos brillante, Thomas Huxley, quien vino a acusar al primero de subordinar la calidad de las ideas a su reverencia por el aparato matemático. Se trata de un debate largo: ya pitagóricos y aristotélicos discutieron sobre el papel de los números en la Naturaleza. Largo y quizá ocioso, porque los cuantitativos y los hermenéuticos no son incompatibles: las imprescindibles ecuaciones de Emiliani pueden terminar integrándose en las interpretadas historias de Frodeman.

EL FUTURO

Ahora podríamos preguntarnos: ¿Cómo incide sobre un debate de este tipo, y en general sobre nuestra perspectiva de evolución futura de nuestra ciencia, el que sigamos hablando de Geología o prefiramos referirnos a Ciencias de la Tierra? En otras palabras, ¿qué sucede si ampliamos el espectro? Lo más probable es que estas preguntas carezcan de sentido, ya que la formación que reciben los actuales estudiantes de Ciencias Geológicas en nuestro país sigue ignorando la última recomendación de Strahler, y con ella las Ciencias de la Tierra fluida. No es tan extraño para quien conozca la Universidad española: esas materias se imparten en otras Facultades (de Ciencias Físicas o de Ciencias del Mar), que sin duda las consideran *cosa suya*. Esta situación estancada contribuye a aumentar el rechazo que este cambio de denominación (que insisten en calificar de inevitable) provoca en los titulados en Ciencias Geológicas.

Y sin embargo, la Geología como ciencia descriptiva de raíz geográfica está muerta y enterrada: la Geología moderna de raíz Física está *condenada* a coexistir (más o menos íntimamente, eso es opinable) con las otras Ciencias de la Tierra. ¿Será éste su encaje epistemológico definitivo? No parece probable. Ya analicé el marco de excitación exploradora en el cual Arthur Strahler debió escribir su tratado. Pasada la fiebre del Programa Apolo, la exploración ha continuado, regalando a los *Earth scientists* con nuevos mundos en los que poner a prueba las Ciencias de la Tierra: como era previsible, los resultados han sido desconcertantes. De donde se sigue que necesitamos nuevas ideas, ideas que sean exportables, primero al Sistema Solar y luego a otros sistemas planetarios. Los futuros **científicos planetarios** deberán producir nuevas *beautiful theories*: para entonces, si la condición humana no ha cambiado radicalmente, los **científicos de la Tierra** mostrarán probablemente su disgusto ante el nuevo, inevitable cambio de denominación.

BIBLIOGRAFÍA

- Chaikin, A. (1994). *A man on the Moon*. Viking, Nueva York.
- Emiliani, C. (1988). *The Scientific Companion*. Wiley, Nueva York.
- Frodeman, R. (1995). Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical Science. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 107, 960-968.
- Hamblin, W.K. (1975). *The Earth's dynamic systems*. Burgess, Minneapolis.
- Holmes, A. (1944). *Principles of Physical Geology*. Nelson. Sunbury-on-Thames.
- Smith, D.E., Kolenkiewicz, A., Dunn, P.J., Robbins, J.W., Torrence, M.H., Klosko, S.M., Williamson, R.R., Pavlis, E.C., Douglas, N.B. y Fricke, S.K. (1990). Tectonic motions and deformation from satellite laser ranging to LAGEOS. *J. Geophys. Res.*, 95-B13, 22013-22041.
- Strahler, A.N. (1963). *The Earth Sciences*. Harper & Row, Nueva York.
- Suess, E. (1885-1909 [1925-1930]). *La faz de la Tierra*. R. Velasco. Madrid.
- Von Bertalanffy, L. (1963). *Teoría general de los sistemas*. Fondo Cult. Econ. Mexico. ■