

## La imaginación, la base del conocimiento en Ciencias de la Tierra

Reneé González-Guzmán\*



Uno de los primeros intentos en cuantificar los procesos geológicos fue hecho por el arzobispo James Ussher (Armagh, Irlanda), quien en 1650 d.C. determinó que la Tierra se había formado durante la noche del 22 de octubre de 4004 a.C. Geocronológicamente, esta cifra es ridícula y sólo mencionada como anecdótica en los cursos introductorios en las geociencias. Ussher, sin embargo, fue un académico serio que en su monumental obra de 2000 páginas siguió los pasos de muchos otros pensadores que por siglos habían intentado datar la Tierra utilizando la Biblia como única herramienta. El consenso sobre el catastrofismo como paradigma fue necesario sólo para que la formación del universo encajase en ese lapso. En contraste, el padre de la geología moderna, James Hutton, introdujo el concepto de tiempo geológico, una idea revolucionaria que estableció las bases del uniformismo.

bases del uniformismo.

Hutton fue un libre pensador producto de la transición entre una economía de carácter rural –partícipe como granjero– y la primera revolución industrial. Sus experiencias de vida fueron cruciales para establecer sus hipótesis, ya que observó que los ciclos



geológicos no son diferentes a las de un proceso industrial, pero concluyó que éste requiere grandes extensiones de tiempo para operar.

Enfoques diferentes sobre el tiempo geológico, pero con principios abstractos, fueron realizados por una gran cantidad de científicos en el siglo XIX. William Thompson (Lord Kelvin), un obstinado pero respetado

personaje, calculó la edad de la Tierra con base en la determinación cuantitativa de su tasa de enfriamiento en 98 millones de años (+302/-78). Aunque Lord Kelvin desdeñaba a los geólogos por su formación en la física, sus primeras inferencias y principal prueba proviene de la observación en el incremento de la temperatura conforme se adentra en minas profundas. George Darwin, hijo de Charles Darwin y notable científico por méritos propios, calculó la edad de la Tierra con base en su tasa de rotación y la resistencia al estiramiento causada por la Luna. John Joly hizo una estimación a partir de la cantidad de sal disuelta en el mar. Otros

investigadores, emulando alguna de estas ideas, estimaron la edad de la Tierra, llegando a la misma conclusión que sus antecesores, no sobrepasando 1/40 de la edad real de ésta. Sólo el descubrimiento de los procesos de desintegración radioactiva tuvo efectos importantes en el modelo establecido, obligando a una revisión radical de éste, que se quedaba sin fundamento físico desde el momento en que había aparecido una fuente de energía presente en profundidad, y que parecía capaz de compensar o superar la disipación del calor residual. Además, cada vez más edades radiométricas de rocas y minerales que sobrepasaban inclusive 1/4 de la edad de la Tierra se reportaban a principios del siglo XX. Realmente parecía que la frase de Hutton “no hay vestigios de un principio” podría ser casi literalmente cierto.

Por otro lado, la tectónica de placas es la teoría que trata de explicar todos los fenómenos y objetos geológicos, cuya postulación, desarrollo y comprobaciones se le atribuyen a una gran cantidad de científicos. No obstante, este marco teórico surge a partir de las conclusiones de Alfred Wegener en su hipótesis de la deriva continental. Aunque es conveniente tratar los avances científicos



como acontecimientos singulares, es raro que realmente sean así. Por ejemplo, Wegener tomó en cuenta que la idea del movimiento de las masas continentales se había presentado en investigaciones, comentarios y bocetos imaginativos realizados por diversos autores con anterioridad, personajes como Benjamin Franklin, Alexander von Humboldt, Antonio Snider-Pellegrini, entre muchos otros. Pese a que la propuesta de Wegener surge a partir de datos paleontológicos, paleoclimáticos y geográficos, se generó a partir de modelos idealizados presentados como conclusiones. Estas inferencias le provocaron innumerables críticas en su tiempo, debido a la falta de rigurosidad en el desarrollo de su trabajo, ya que no explicaba los aspectos mecánicos del desplazamiento continental, consecuentemente, el concepto fue olvidado por la comunidad científica por más de 50 años.

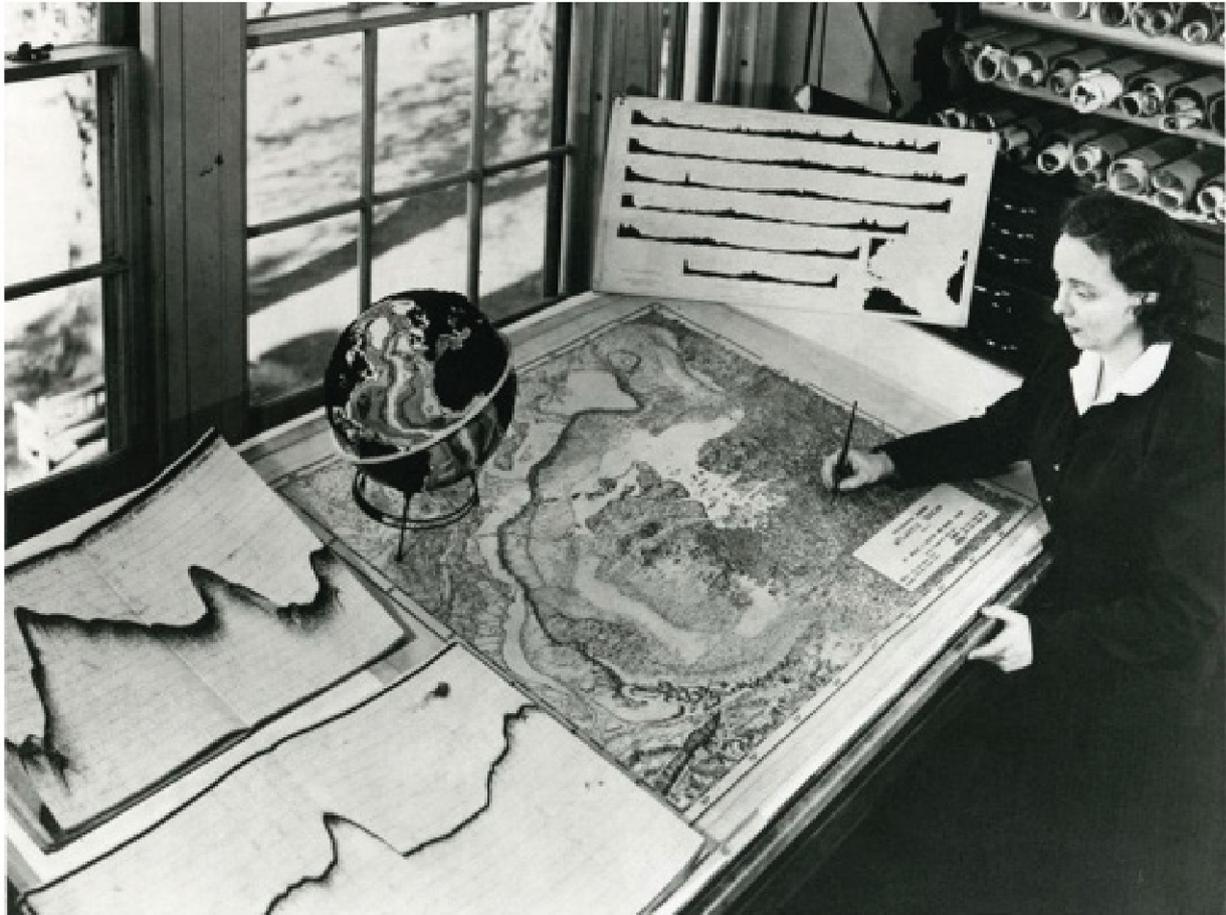
Actualmente, sin importar el tamaño de la escala e importancia de la problemática, la sistematización del método científico en Ciencias de la Tierra sigue siendo una materia compleja, ya que se inicia mediante observaciones e hipótesis generalmente sesgadas por los

prejuicios en la percepción y validación del concepto inicial. Además, la experimentación y la medición de los fenómenos geológicos originan resultados numéricos sintetizados en imágenes y gráficas, que tienen un cierto grado de incertidumbre, dados por el propio proceso de medición y la efectividad de la aplicación de un método ajustado a los requerimientos de la hipótesis. A estos factores se añade la dificultad de establecer un modelo conceptual con la tendencia general de favorecer las creencias previas. Es importante señalar que la Tierra en su conjunto es un sistema con elementos interdependientes aplicados a objetos reales, visualizados como conceptuales, por lo general difíciles de observar o medir. Si bien las placas tectónicas se desplazan unas respecto a otras con velocidades ínfimas que pueden llegar a medirse con instrumentos de una extrema exactitud, no se puede visualizar el hundimiento, deformación, ruptura o fusión de una placa tectónica, ni medir las condiciones físicas en las que sucede. También es bien aceptado que ciertos elementos químicos inestables son capaces de decaer espontáneamente en núcleos atómicos de otros elementos más estables, pero la medición de este fenómeno físico *in situ* para resolver problemas geológicos está lejos de desarrollarse plenamente. Por lo tanto, las interpretaciones físicas, químicas, geofísicas y numéricas son subjetivas y el grado de certidumbre se logra cuando existe un consenso.

Por lo tanto, desde mi punto de vista, la ciencia no debe pretender ser absoluta, autoritaria o dogmática. Aún con la importancia relativa del paradigma actual en las geociencias englobadas en la tectónica de placas, existe una gran cantidad de factores que todavía son objeto de debate. Por mucho que las investigaciones modernas han contado con los últimos avances metodológicos y un instrumental de alto nivel tecnológico, las Ciencias de la Tierra siguen representando la subjetividad de la objetividad. En un sentido literal, la imaginación es el poder de crear imágenes mentales, y como geólogo únicamente puedo observar sólo una fracción de los rasgos que se estudia (en el mejor de los casos). Por eso pretendo reducir los grandes rasgos a una escala conveniente y generar un modelo, con esto se logra integrar todas las partes en un todo, estableciendo una delgada línea que separa el arte y un modelo geológico, debido a que en ambos conceptos el significado (y su belleza) depende del observador. Teniendo aún múltiples problemas por explicar y recapitulando algunas conclusiones de Wegener, las Ciencias de la Tierra son un claro ejemplo de que la multidisciplinariedad debe fungir como clave en la ciencia y la imaginación como base de esta.



Mapa del geólogo Sudafricano Alexander L. du Toit, uno de los pocos científicos que apoyaba la hipótesis de la deriva continental.



Marie Tharp, cartógrafa oceanográfica quien creó el primer mapa científico del suelo oceánico. La obra de Tharp puso de manifiesto la existencia de la dorsal mesoatlántica y estableció las bases de la tectónica de placas (imagen del *Smithsonian Magazine*, principios de los cincuenta).

## REFERENCIAS

- Bradley, W.H. (1963). Leyes geológicas. En: Claude C. Albritton Jr. (ed.), *Filosofía de la geología*. C.C. Albritton.
- Du Toit, Alexander L. (1927). *Geological comparison of South America with South Africa*. Carnegie Institute Washington Publications.
- Hallam, A. (1973). *Revolution in the Earth Sciences: From Continental Drift to Plate Tectonics*. Oxford University Press.
- Holmes, A. (1925). Radioactivity and the Earth's Thermal History, part V ("The Control of Geological History by Radioactivity"), *Geological Magazine*, 62, 544 pp.
- Hutton, J. (1795). *Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations*. Geological Society, Burlington House, Londres.
- Macdougall, D. (2009). *Nature's Clocks: How Scientists Measure the Age of Almost Everything*. UC Press.
- San Miguel de Pablos, J.L. (2003). *La Tierra, objeto paradigmático: consecuencias epistemológicas de una confrontación entre tradiciones geológicas*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Ussher, J. (1650). *Anales del Antiguo testamento, que deducen lo orígenes primeros del mundo. Annales veteris testamenti, a prima mundi origine deduct* (s.e).
- Wegener, A. (1915). *El origen de los continentes y océanos. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Ediciones Pirámide, S.A. Ciencias del hombre y la naturaleza.
- Wilson, J.T. (1981). *Deriva continental y tectónica de placas*. Editorial Madrid: Blume.