

# INTERACCION DE PROCESOS TERRESTRES <sup>1</sup>

## *Interaction between natural processes*

Carlos Alberto Lobão da Silveira (\*) y Pedro Wagner Gonçalves (\*\*)

### RESUMEN

Las actividades propuestas pretenden contribuir a que los alumnos de Geología Introductoria hagan una síntesis global de los asuntos tratados. Los estudiantes precisan establecer relaciones sistémicas entre procesos naturales y antrópicos para construir una noción dinámica de los fenómenos terrestres.

### ABSTRACT

The proposed activities intend to contribute for the students of Introductory Geology to make a global synthesis of all geologic subjects. The students need to establish systemic interrelations between natural and human processes to construct a dynamic notion of the terrestrial phenomena.

**Palabras Clave:** Enseñanza de Geología, Currículos y programas, Metodología de enseñanza, Teoría de sistemas.

**Keywords:** Teaching of geology, Curriculum and programs, Methodology of teaching, Theory of systems.

## INTRODUCCIÓN

La práctica aquí descrita forma parte de una disciplina de Geología Introductoria. Se trata del primer contacto con el conocimiento geológico, marcado por el tratamiento integrado y global de los procesos terrestres, de los estudios del desarrollo temporal que ocurren en el planeta, complementados por la reflexión metodológica y epistemológica de la Geología. En la enseñanza brasileña esto sólo ocurre en el nivel universitario.

Frodeman (2000) introduce su libro indagando sobre cuál sería el mejor término para tratar los estudios de la Tierra. ¿Geología, Geociencias, Ciencias de la Tierra, Ciencia del sistema Tierra? Su respuesta es particularmente incitante y nos interesa por sus implicaciones educativas sobre cómo seleccionar contenidos que atiendan al carácter introductorio defendido anteriormente. Él dice: “prefiero el término *Geología* a pesar de la aparente restricción a la Tierra sólida”. Luego explica: esa palabra griega posee resonancias ocultas, pues se refiere a *Gea* y a *Gaia*, por lo tanto se trata de un estudio asociado a la *Madre Tierra*, a la *fuerza de la vida*, al *campo* y a la *tierra natal*.

Más que discusión semántica, esto implica reflexionar sobre que asuntos deben componer la formación de profesionales distintos (en nuestro caso, biólogos, geógrafos y geólogos) y, al mismo tiempo, habilitarlos para la alfabetización de cómo funciona el planeta.

## FUNDAMENTOS DIDÁCTICOS

### Introducción de la Geología Introductoria y la metodología de su enseñanza

Williams (2000) construye el abordaje sistémico de la Tierra como resultado de distintas interacciones de dinámicas que alcanzan su auge por el aumento de la diversidad de la vida. El raciocinio pasa por los procesos de los planetas terrestres. Mercurio es un cuerpo geológicamente muerto, que se distingue de la Luna por el hecho de que ésta tal vez tenga una hidrosfera congelada. Venus posee una intensa dinámica geológica y un conjunto de procesos atmosféricos. En Marte se puede observar un ciclo del agua, procesos climáticos y tal vez admita una dinámica paleogeobioquímica en su historia. Solamente la Tierra posee actividad geológica, ciclo del agua, procesos climáticos y todo eso es posible debido a los ciclos geobioquímicos.

Para alcanzar esa forma integrada de tratar la Tierra, es preciso romper con tradiciones que enfatizan la terminología, los detalles y la clasificación. Esto ya fue indicado por Anguita (1996) y Rojero (2000). Un equilibrio en el tratamiento de los procesos y productos de las dinámicas geológicas precisa ser acompañado por esquemas que traten de flujos y balances que contribuyan a entender los cambios ambientales que ocurrieron del pasado al presente de la Tierra.

La descomposición de ese esquema en temas de un programa para disciplina de nivel superior con 60 horas, limita las posibilidades de alcance y profundi-

(1) Actividad desarrollada en el ámbito de disciplinas de Geología Introductoria ofrecidas a alumnos de Biología, Geografía y Geología.

(\*) Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro. 3810-193 Aveiro (Portugal). [jmedina@geo.ua.pt](mailto:jmedina@geo.ua.pt)

(\*\*) Instituto de Geociencias. Universidad Estadual de Campinas. Cx.P. 6152 – 13083-970 Campinas-SP, Brasil. E-mail: [pedrog@ige.unicamp.br](mailto:pedrog@ige.unicamp.br).



zación. Por otro lado, la historia de la Geología revela ciertas tendencias epistemológicas que sugieren la selección de contenidos.

La historia del conocimiento de la Tierra puede ser contada como la historia de la conquista del tiempo (Rossi, 1984) y, por lo tanto, hay un tema crucial que es comprender las dimensiones de la escala del tiempo geológico. Las ideas relativas a la acumulación del tiempo y, por otro lado, su componente lógico vinculado a la duración de la historia de la Tierra (como es mencionado por Dodick y Orion, 2003).

El tiempo geológico sólo puede ser construido cuando se atribuye significado a las marcas fijadas en la distribución y composición de materiales rocosos. Esto depende de la transferencia de información del presente para el pasado como Gruza y Romanovskiy (1975) demostraron lógicamente, hecho indisolublemente ligado al carácter histórico de la ciencia geológica como es indicado por Potapova (1968) y Frodeman (1995).

Esta concepción de tiempo está indiscutiblemente relacionada a la construcción del objeto de estudio de la Geología. Rudwick (1975) enfatiza el papel de la difusión del lenguaje visual (mapa geológico) en la elaboración de explicaciones sobre procesos terrestres. Cuando las representaciones visuales se hicieron comunes, en el inicio del siglo XIX, la Geología dio pasos significativos para su constitución científica.

Los avances de la representación visual estuvieron asociados al cambio de ambiente de investigación. Durante el siglo XVIII, la actividad de campo se volvió más común y ocupó el espacio antes reservado al gabinete de muestras del naturalista. El esfuerzo de James Hutton para comprobar sus explicaciones sobre el origen de los granitos por medio de viajes de campo realizados entre 1785 y 1788 son bien conocidas, en aquel momento su teoría ya estaba bien establecida con base en su colección de rocas, minerales y fósiles (Craig, 1978).

Los elementos relativos a la representación visual, así como las tareas de observación y descripción en el campo componen el mismo modo de situarse delante del planeta, y caracteriza una actitud de estudio e investigación.

Reunir estos elementos constituye un eje articulador de la disciplina para construir la idea de proceso geológico. Tema que atraviesa la disciplina desde la primera hasta la última clase, a pesar de corresponder a los temas del primer tercio de la disciplina.

### **Procesos y productos de la geosfera**

El segundo eje de la disciplina se trata de la dinámica usada por la teoría de la tectónica de placas. Es el momento dedicado a la identificación de procesos a partir de sus productos. Esto es conducido en distintas escalas (de láminas al microscopio, muestras de minerales y rocas, excursión para el reconocimiento de rasgos climáticos del pasado hasta macroestructuras que pueden ser observadas en escala continental).

Rasgos observados a medida que los alumnos son introducidos en los procedimientos de clasificac-

ción de rocas y minerales. De esta manera, la propiedad crucial de la corteza terrestre y su papel epistemológico son tratados con los alumnos. La velocidad relativamente lenta de los procesos físico-químicos de la corteza terrestre permite que las marcas de los procesos pasados puedan ser reconocidas, interpretadas para construir la narrativa histórica del planeta (como es explicado en Potapova, 1968 y Frodeman, 1995).

Del punto de vista educativo, esto ayuda a seleccionar y organizar el programa que debe ser enseñado en los límites curriculares (carga horaria, posición curricular de la disciplina, etc. como fue expuesto por Gonçalves y Carneiro, 2003).

### **Procesos y productos de la interacción atmósfera e hidrosfera**

La tercera y última parte de la disciplina se trata de la dinámica de las esferas fluidas. El eje aborda cómo la energía solar se distribuye en la superficie de la Tierra, cuáles son sus relaciones con el movimiento de masas de aire y la distribución de humedad.

El tema puede ser subdividido en dos grandes partes. La primera busca explicar cómo se forman los climas actuales. La segunda se trata del cambio climático en el tiempo geológico.

### **Sistema terrestre en el tiempo geológico**

El último tema de la disciplina busca sintetizar el conjunto de transformaciones que fueron examinadas y pretende caracterizar la dinámica sistémica en el presente y en el pasado de la Tierra.

De esta forma, se llega a la dinámica compleja que funciona en el planeta, y se señala la relevancia de las interacciones entre todas las esferas terrestres, con particular atención para la contribución de la biosfera y de la esfera social.

## **TALLER**

### **INTERACCIÓN DE LOS PROCESOS TERRESTRES**

*Separados por meses, semanas, días u horas los hechos siguientes son instantáneos bajo la óptica del tiempo geológico.*

El volcán Popocatepetl, en México, se encuentra actualmente emitiendo sucesivas nubes de gas y polvareda para la atmósfera, sin entrar todavía en erupción. Algunas emisiones han alcanzado 900 metros.

Inmediatamente después de la Navidad del 2004 un terremoto de gran intensidad, desde el fondo del Océano Índico, alcanzó números países ocasionando millones de muertos. Algún tiempo después un tsunami – originado por el terremoto – alcanzó una vasta región, amplió considerablemente el número de muertos y provocó aumento de daños materiales de billones y billones de dólares.

En las últimas semanas hubo varias noticias de



terremotos en la región andina y también en la costa oeste de la América del Norte, inclusive en la región de la falla de San Andrés. En los últimos días, sucesivas tempestades en China provocaron inundaciones, millares de muertos y desplazados, perjuicios materiales de billones de dólares. Fue posible observar, en las imágenes, el color barroso de las aguas – casi el mismo que el río Amazonas en su curso normal.

Esta semana Paris fue alcanzado por una tempestad de verano, también con perjuicios materiales.

El verano de 2006 se pronostica riguroso para numerosas latitudes del hemisferio norte.

#### ACTIVIDAD:

Tras debate interno, su grupo debe presentar un texto que tenga en cuenta los hechos presentados, **integrándolos al ciclo de las rocas** y discriminando las fuentes de energía de los procesos implicados. Su grupo puede opinar si se tratan de aspectos normales de ese ciclo, o considerarlos como anomalías y, por lo tanto, aspectos no usuales del ciclo.

#### DISCUSIÓN

La actividad final de Geología Introductoria sintetiza los tres ejes de la disciplina y conduce a los alumnos a un proceso de reflexión sobre el proceso geológico global e integrado.

Los alumnos tienen oportunidad de comparar y discutir las distintas visiones que se pueden adoptar a partir de la fórmula inicial. La profundización de los problemas depende de la elaboración que difiere según el aprendizaje ocurrido en la disciplina.

Las discusiones entabladas por los alumnos, usualmente adoptan que Tierra es un planeta en transformación con cambios de largo plazo. Los cambios suceden de la interacción de las fuentes de energía y los materiales terrestres, promoviendo construcción y destrucción de relieve. Se priorizan interpretaciones centradas en las dinámicas internas del planeta que promueven el movimiento de las placas tectónicas asociadas a las dinámicas como el vulcanismo y los fenómenos sísmicos.

La actividad sólo puede ser realizada cuando los estudiantes ya posean un conocimiento inicial de los procesos y mecanismos que operan en el planeta, para mostrar los nexos entre distintos fenómenos e indicar relaciones de causa y efecto sistémicas.

#### BIBLIOGRAFÍA

Anguita, F. (1996). Geología y ciencias de la tierra: etimología y un poco de historia. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(3):177-180.

Craig, G.Y. (1978). *James Hutton's theory of the earth: the lost drawings*. Scottish Academic Press. Edinburgh.

Dodick, J. & Orion, N. (2003). Measuring student understanding of geological time. *Science Education*, 87: 708-731.

Frodeman, R. (1995). Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science. *Geological Society of America Bulletin*, 107(8): 960-968.

Frodeman, R. (2000). *Earth matters: the Earth sciences, philosophy, and the claims of community*. Prentice Hall. Upper Saddle River (NJ, EUA).

Gonçalves, P.W. & Carneiro, C.D.R. (2003). Global science literacy: from Geology teaching to Earth system Science teaching. In: Mayer, V.J. *Implementing Global Science literacy*. The Ohio State University, Columbus.

Gruza, V.V. & Romanovskiy, S.I. (1975). The principle of actualism and logic in understanding the geologic past. *Internat. Geology Rev.*, 17(2): 167-173.

Potapova, M.S. (1968). Geology as an historical science of nature. In: *Interaction of the science in the study of the Earth*. Progress. Moscow.

Rojero, F.F. (2000). ¿Una asignatura sistémica o sistémica? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(3): 189-196.

Rossi, P. *The dark abyss of time: The history of the Earth and the history of nations from Hooke to Vico*. The University of Chicago Press: Chicago.

Rudwick, M. (1975). The emergence of a visual language for geological science 1760-1840. *History of Science*, 149-195.

Williams Jr., R.S. (2000). A modern Earth narrative: what will be the fate of the biosphere? *Technology in Society*, 22, 303-339. ■

