

Lunes 25 de octubre de 2004

**HOJA GEOBIOLÓGICA PAMPEANA**  
 Órgano del Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa  
 (Fundada el 12 de marzo de 1989 por el Dr. AP. Calmels)

Editores responsables: Dr. A.P. Calmels y Lic. O.C. Carballo  
 Corresponsales: Biología, Lic. Julio R. Peluffo  
 Geología, Lic. Eduardo Mariño  
 Recursos Naturales, Lic. César Hernández

-----00000-----

**HABLEMOS BIEN**  
**en Geomorfología**  
 (Continuación)

**443.- DRENAJE CATACLINAL,  
 ANACLINAL, ETC.**

El drenaje, considerado en sus relaciones con la estructura (según J.W. POWELL, 1875), es cataclinal cuando sigue la pendiente de las capas, va pendiente abajo F. *vers l'aval-pendage*, I. *down the dip*, A. *das Fallen abwärts*; anaclinal cuando es dirigido hacia aguas arriba de la pendiente F. *vers l'amont-pendage*, I. *up the dip*, A. *das Fallen aufwärts*; monoclinial cuando es transversal a la pendiente. Se dice también: (*down-*) *dip streams*, *wp-dip streams*, *strike streams*. Los valles cataclinales son simétricos en perfil transversal, pero en planta ellos se estrechan hacia aguas abajo de la pendiente, en forma de embudos F. *entonnoirs*, I. *funnels*, A. *Trichter*, de *trompes*, *Trompeten*. Ocurre lo mismo con los valles anaclinales, pero a igualdad de las demás cosas, los embudos son más cortos.

**444.- DRENAJE CONSECUENTE,  
 SUBSECUENTE, ETC.**

W.M. Davis, al desarrollar la hipótesis elemental de la *belted coastal plain*, F. *plaine côtière zonée*, A. *zonar gegliederte Küstenebene*, clasificó los cursos de agua en: consecuentes (J.W.

Powell, 1875) F. *consequent*, conformes a la pendiente original de la superficie de emersión; subsecuentes F. *subsequent*, desarrollados ulteriormente, a partir de los consecuentes, en las zonas de menor resistencia; obsecuentes F. *obsequent* (= *opposite-consequent*), dirigidos en sentido inverso de los consecuentes, atacando el frente; resecuentes (= *re-consequent*), reproduciendo el aspecto de los consecuentes, sin ser sus herederos directos. Los cursos de agua que no manifiestan ninguna adaptación sistemática a la estructura son llamados insecuentes F. *insequent*. Esta terminología puede ser aplicada a los valles, a las líneas divisorias de agua y a las pendientes.

**445.- LA TENDENCIA DAVISIANA**

Desde hace tiempo, aun en los más renombrados autores, se constata una tendencia a tomar la terminología genética de Davis en el sentido puramente descriptivo de Powell. Ahora bien, dado un relieve poco evolucionado, sobre todo si ha pasado por dos o varios ciclos, no se puede estar seguro que tal curso de agua efectivamente cataclinal, sea (o haya sido) consecuente; que tal otro, monoclinial, sea subsecuente, etc. En efecto, cualquiera haya podido ser el dibujo original del drenaje, en particular si es sobreimpuesto, tiende, en el curso de cada ciclo, a ajustarse cada vez mejor a la estructura, y esto en

todas sus partes a la vez: no se trata más de un desarrollo, por estadios, de la red, sino de una adaptación continua. Como quiera que fuere, se emplea corrientemente, a falta de un término mejor, subsecuente para designar los ríos y valles que ocupan zonas de menor resistencia en una estructura cualquiera, monoclinas o cualquier otra.

#### 446.- DESLIZAMIENTO MONOCLINAL

Los ríos monoclinas (subsecuentes), sobre todo cuando la inclinación es fuerte, tienen tendencia, excavando lentamente, a mantenerse en la roca blanda: I. *monoclinal shifting*, F. *déplacement monoclinas*, A. *Monoklinalverschiebung*. Por el contrario, un hundimiento rápido puede llevar a una superposición estructural F. *surimposition structurale*, I. *structural superposition*.

#### 447.- FRENTES DE CUESTAS

Según el espesor de cada par de capas duras-blandas y el gradiente, los frentes de cuesta estarán más o menos espaciados F. *espacés*, I. *wide-spaced*, A. *weitabständig* o próximos F. *rapprochés*, I. *close-set*, A. *nahliegend*: aun pueden ser cabalgantes F. *chevauchants*, I. *overlapping*, A. *übergreifend*, estando entonces dos escarpas confundidas en un mismo frente. Con el crecimiento del gradiente se pasa a un relieve casi simétrico en perfil transversal F. *crête monoclinas*, *crêt monoclinas*, I. *hogback*, *hog's back*, A. *Schichtrippe*, *Schichtkamin*.

#### COMPLICACIONES

#### 448.- CUBIERTA SUBBASAMENTO

Los terrenos tabulares constituyen siempre una cubierta F. *couverture*, I. *cover*, *covering (rocks)*, A. *Decke*, *Deckschichten*, dicho de otra manera, una superestructura F. *superstructure*, A. *Oberbau*, que reposa

sobre un subbasamento F. *soubassement*, *tréfond*, *socle*, I. *undermass*, *foundation*, A. *Unterlage*, *Untergrund*, *Sockel*, es decir sobre una infraestructura F. *infrastructure*, I. *substructure*, A. *Unterbau* de naturaleza diferente, a menudo más resistente que la cobertura.

#### 449.- FOSILIZACIÓN, EXHUMACIÓN

Al haber sido enterrada F. *enfouie*, *ensevelie* (debajo los sedimentos), I. *buried*, *interred*, *entombed*. A. *begraben*, *eingedeckl verhüllt*, dicho de otra manera, fosilizada F. *fossilisée*, I. *fossilized*, A. *fossilisiert*, la superficie del subbasamento puede ser ulteriormente decapitada, denudada F. *décapée*, *dénudée*, I. *stripped*, *laid bare*, *uncovered*, *revealed*, *reexposed*, A. *blossgelegt*, *aufgedeckt*; exhumada F. *exhumée*, I. *exhumed*, *disinterred*, *resurrected*, A. *ausgegraben*, *exhumiert*, *regeneriert*. Una superficie fósil, exhumada gracias a su resistencia superior, se comporta como una superficie estructural.

(Continuará)

-----00000-----

*Nota:* A continuación se publicarán, traducidos al español, algunos artículos sobre Las ciencias de la Tierra, desde la escuela al Liceo, aparecido en "Géochronique, 90(junio, 2004):16 y sig.

#### EL PROGRAMA DE GEOLOGÍA EN LA ESCUELA PRIMARIA

Con referencia al nuevo programa del ciclo de profundización (ciclo 3), y de manera muy general, "la enseñanza de las ciencias y de la tecnología en la escuela apunta a la construcción de una representación racional de la materia y del viviente por la observación, luego el análisis razonado de fenómenos que suscitan el interés de los alumnos". En la precisión de sus objetivos, este programa debe suscitar en el niño el desarrollo de sus capacidades de expresión, tanto escritas como orales, que se emplazan, por

ejemplo, en ocasión de experiencias intelectuales y culturales específicas en la escuela... Se debe subrayar la dimensión transversal del dominio del idioma y del idioma francés, a través de las diferentes disciplinas abordadas en la escuela elemental. Varios temas relevantes de disciplinas científicas distintas serán, así, tratados en el curso de la escolaridad. He aquí los que se relacionan con las ciencias de la Tierra, agrupados bajo capítulos diferentes.

- En el capítulo relativo al cielo y a la Tierra, se estudiarán dos manifestaciones diferentes de la actividad de nuestro planeta: los volcanes y los sismos. El objetivo de esta parte del programa “es en primerísimo lugar observar metódicamente los fenómenos más cotidianos y empeñar a los alumnos en un primer paso de construcción de un modelo científico”;
- En el capítulo relativo a la unidad y a la diversidad del mundo viviente, se abordarán las grandes etapas de la historia de la Tierra y se estudiarán algunos fósiles típicos (trazas de la evolución de los seres vivientes);
- En el capítulo relativo a la educación, al ambiente y a la salud, los objetivos encarados no serán solamente científicos sino que contactarán también varias disciplinas enseñadas en la escuela elemental (dimensión transdisciplinaria). Las diferentes actividades conducidas en este cuadro deberán apoyarse, sin embargo, sobre una comprensión de los fenómenos científicos. En relación con las ciencias de la Tierra, se tratará, así, más bien de la conducta a tener en cuenta en caso de un sismo y se llevará al niño a tomar conciencia de la complejidad del ambiente que nos

rodea. Los niños son muy interesados por todo lo que concierne a la historia del planeta, sobre todo por los volcanes y los terremotos. Estos temas ocupan un lugar de privilegio en la escuela elemental porque permiten encontrar situaciones de aprendizaje motivantes. La enseñanza de las ciencias de la Tierra permite a la vez seguir los objetivos fijados por los programas y desarrollar las competencias transversales o disciplinarias en otros dominios que el de las ciencias.

L. LÓPEZ

*Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels*

-----00000-----

### **LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA: EVOLUCIÓN DE LOS PROGRAMAS DESDE 1959**

Las ciencias de la Tierra son enseñadas en el secundario, en asociación con las ciencias del viviente, desde comienzos del siglo XIX. La enseñanza de la mineralogía, introducida en las Escuelas centrales (1795), mantenida en los Liceos napoleónicos (1802) y los Colegios reales de la Restauración (1814), dejó su lugar a una enseñanza llamada de geología, desde 1947 para la enseñanza especial y en 1850 para la enseñanza secundaria clásica. Esta enseñanza se va a organizar rápidamente alrededor de una trilogía: estudio de las rocas, estudio de los fenómenos geológicos actuales, historia geológica de Francia. Esta trilogía sólo desaparece en la década de 1980 con la introducción generalizada de una enseñanza construida sobre y alrededor de la teoría sintética de la tectónica de placas. Este cambio de paradigma, esta “revolución en las ciencias de la Tierra” va, mucho más allá de los contenidos, a modificar las aproximaciones, los métodos y aun las etapas de esta enseñanza.

Desde su introducción, la enseñanza de la geología está limitada a algunas clases. Se instala en 1880 en cuarto para quedar allí, casi sin interrupción, hasta la actualidad. En el segundo ciclo, elementos de geología figuran desde el siglo XIX, sucesivamente, en los programas de las clases de segundo o terminal (clases de Filosofía y de Matemáticas), pero sin que nunca accediera a un verdadero reconocimiento, antes de la creación de la clase de primera D en 1966. Las ciencias de la Tierra sólo ocupan un lugar significativo en el segundo ciclo, después que ellas figuran en los tres niveles del liceo (1994) y dan lugar regularmente a cuestiones en el bachillerato.

Esta enseñanza ha evolucionado profundamente desde hace 40 ó 50 años, tanto en sus contenidos como en sus métodos, sin que muy a menudo los alumnos de ayer se hayan dado cuenta de ello, o que los docentes de hoy hayan seguido sus implicaciones.

**Una enseñanza naturalista de la geología.** La reforma de 1965 creó en el liceo una hilera matemáticas y ciencias naturales, la hilera D, la que se volvió rápidamente la sección “ciencias naturales”, por donde van a pasar la mayoría de los docentes y universitarios del dominio de las ciencias del viviente y de las ciencias de la Tierra. La herencia de esta sección es manifiesta en las representaciones universitarias de la enseñanza secundaria. La enseñanza de la geología retoma pie en el segundo ciclo a la entrada de 1966 con la clase de primera D. Es llevada por el más ambicioso de los programas de enseñanza de esta disciplina, aunque se intitule muy modestamente: “Algunos aspectos del conocimiento de la Tierra”. Es un poco la enseñanza universitaria que se ha deslizado en el secundario.

La introducción al estudio de la geología se apoya sobre los análisis comparados de cartas topográficas y

geológicas y de fotografías aéreas regionales. Luego, se estudian allí nociones de petrografía, de paleontología, de micropaleontología, de estratigrafía, de tectónica, de geomorfología, y se dan allí algunas nociones sobre la génesis de los suelos antes de ensayar una síntesis regional. Esta enseñanza, en la cual la salida al terreno y los estudios prácticos (el horario de enseñanza de las ciencias naturales es de 2 horas de trabajos prácticos y una hora de curso por semana) en clases (observaciones, diagnosis de rocas y de fósiles, realización de perfiles geológicos, estudio de cartas y fotografías, etc.) son la regla, une a la enseñanza universitaria del momento, la geología local y es privilegiada en la medida en la cual ella permite un estudio directo y concreto. Los manuales escolares proponen, con el mismo espíritu, estudios regionales apoyados sobre numerosos documentos fotográficos y cartográficos. Estas obras se desmarcan de sus predecesoras por su aspecto “manual práctico de geología”, versión aligerada de obras del primer ciclo universitario. Esta enseñanza prosigue a la de cuarto casi sin cambio desde 1912, y construida sobre la trilogía precedentemente citada, en su versión local. Marcel Oria escribió entonces, en el prefacio de su obra de cuarto: “La geología se aprende sobre el terreno”. Es necesario observar, comparar y analizar previamente a la interpretación.

Si esta enseñanza de primero D queda estable hasta la creación de la primera S en 1982, lo que es muy largo, aun excepcional, para un programa, la de cuarto es, en revancha, varias veces reformada en ese tiempo.

**De una enseñanza de geología local a una enseñanza local.** A comienzos de 1968 una circular preconizó en la sexta la adaptación de una etapa experimental en la cual el alumno es puesto en situación de concebir experiencias, realizarlas y explotar sus resultados. Se deseaba una mayor autonomía del alumno. Esta renovación de

los programas tocó a la clase de cuarto en 1970. Por primera vez la trilogía “rocas, fenómenos y épocas geológicas” desapareció. Los aspectos de geología dinámica interna y externa son suprimidos y la historia de las épocas geológicas se redujo a la de la región a partir del estudio de las rocas y los fósiles locales. El trabajo sobre el terreno consistió en observaciones, toma de croquis y colección de muestras. El alumno debe aprender a sintetizar estas informaciones para producir un discurso organizado. Este ejercicio de interpretación sintética encuentra su plena expresión en la realización de una carta geológica local simplificada. El programa los invita a ello, pero la complejidad geológica de ciertas regiones condenaba a menudo a esta empresa a una copia simplificada de la carta ya existente.

La reforma llamada “del colegio para todos” divide esta enseñanza, a partir de 1978, entre el cuarto y el tercero. El curso, vuelto trabajos dirigidos en 1970, se hace de aquí en adelante únicamente bajo la forma de trabajos prácticos. Se trata en cuarto, a partir de observaciones hechas sobre el terreno y de estudios en el laboratorio, de establecer una relación entre paisaje y naturaleza de las rocas, de estudiar diversos tipos regionales y de reconstituir su historia. Al tercero le está reservada la síntesis más abstracta y la enseñanza busca allí a reconstituir la historia de la región a partir de datos estratigráficos, paleontológicos, tectónicos y paleogeográficos. El estudio de los fenómenos geológicos y de la historia de la Tierra son de nuevo un programa, pero anuncian una enseñanza a una escala más global. La llegada masiva de alumnos, pero también la de docentes poco formados, sobre todo en la geología, redujo las ambiciones de contenidos de los programas. La brevedad de los programas y la mayor libertad pedagógica que ellos dejan, ocultan mal la necesidad que hay de curar una situación crítica. ¡El granito se vuelve la roca más estudiada de Francia!

**La creación de la primera S: la geología global.** A comienzos de 1982 las clases de primera C y D se fusionan para dar la clase de primera S. Se trata desde entonces de enseñar allí los aspectos sintéticos esenciales de las ciencias de la Tierra. El programa trata de la constitución del globo, de la geodinámica interna y de los recursos naturales. El estudio de algunas rocas no desapareció, pero se agregan documentos gráficos que expresan los aportes de la geofísica o de la geoquímica y perfiles esquemáticos en la corteza continental u oceánica. La dimensión regional se aleja, y aun desaparece. Los documentos tienden a sustituir, más aún que antes, a las observaciones reales. A comienzos de 1987, la geología hace su regreso, 75 años después, en el programa de segundo. Es la época de la valoración de los aspectos técnicos, y las ciencias naturales no escapan a ella y son momentáneamente rebautizadas “ciencias y técnicas biológicas y geológicas” y la geología se vuelve aplicada. El estudio de los recursos naturales del programa de primera S pasa al segundo. El estudio de la formación y de la explotación de recursos geológicos (combustibles fósiles, minerales, agua) se hace sobre documentos. Las observaciones reales y concretas son raras. Pocos liceos pueden apoyarse sobre material concreto en colecciones y menos todavía tienen la posibilidad de salir a estudiar esta geología sobre el terreno. El análisis de documentos diversos (cuadros numéricos, gráficos, relatos de observaciones o de experiencias) funda esta enseñanza. Lo que importa es saber leer y comparar documentos, para extraer de ellos informaciones. Para nociones de geología aplicada, esta enseñanza muy a menudo sólo tuvo de práctica, de concreto y de aplicado, el sujeto. Notemos que esta situación no tiene nada de excepcional en la universidad: muy a menudo se enseñan allí elementos de geología aplicada sin aplicación concreta y material.

Esta modificación de programa repercute lógicamente en 1988 sobre la de primera S. Desde entonces la enseñanza de la geología va a descansar exclusivamente sobre la dinámica del globo terrestre. Comprende entonces el estudio de: la estructura del globo; la formación de los océanos; la subducción y la resorción de la corteza oceánica; la teoría de la tectónica de placas; la acumulación de los sedimentos; la formación de las cadenas de montañas; el metamorfismo; el magmatismo; la formación y la acumulación de recursos geológicos; el ciclo global de la materia.

**La gran diferencia: de la geología local a la geología global.** Los programas de cuarto, reformados igualmente en 1988, intentan relacionar la geología local y global. Son ambiciosos y probablemente demasiado para los alumnos que se presentan en esta clase. Ejemplos locales deben servir allí de introducción al estudio de las rocas y de su historia. Luego viene el estudio del volcanismo y de los terremotos, y su repartición global. De ellos debe extraerse una comprensión de la teoría de la tectónica de placas, marco en el cual se vuelve posible entonces estudiar la diversidad de rocas (el granito, una roca sedimentaria y algunas rocas metamórficas). De estos estudios se puede luego pasar a la presentación de la historia de la Tierra. Finalmente, resta hablar de la geología al servicio de los hombres (yacimientos de agua y de recursos energéticos; prevención de riesgos naturales). Es una parte del programa de segundo que es retomada. La iconografía siempre más rica de los manuales escolares intenta ilustrar objetos cada vez menos estudiados concretamente. Debe decirse que la suma de los conocimientos puestos en juego apenas deja tiempo para el rodeo por la actividad práctica y obliga a pasar rápidamente sobre las condiciones de obtención de los documentos. No hay más nociones de geología en el programa de tercero.

El cambio de escala de estudio, de regional a global, los cambios de medios de estudio (técnicas geofísicas y geoquímicas, tectónica y petrografía experimental), la importancia de los modelos y modelizaciones para pensar en estructuras y funcionamientos inaccesibles a la observación directa, van a alejar al alumno de la realidad del objeto estudiado. A medida que nuestros conocimientos de la estructura y de la mecánica del globo terrestre se precisan, la distancia aumenta entre la teoría explicativa y lo real del terreno accesible. Los contenidos son más abstractos, más conceptuales. Devuelven al dominio de herramientas y conocimientos nuevos que sacan de los dominios de las ciencias físicas y químicas, alargando la lista de los prerequisites necesarios. Los datos o pretendidos tales son construcciones cada vez más sofisticadas cuya dimensión interpretativa escapa a menudo al alumno, aun al docente. Las ciencias de la Tierra, porque desde entonces es rebajante hablar de geología, viven desde el final de los años de 1960 a 1990 una verdadera revolución científica en sentido de Thomas S. Kuhn. Ella se traduce por un abandono de conocimientos y métodos antiguos y por una elaboración de conocimientos primeramente vacilantes, luego entusiastas y desbordantes. Los modelos propuestos un día y necesarios para pensar, son modificados, corregidos o abandonados al día siguiente. Esta ciencia que hierve, hace tomar velocidad a la enseñanza universitaria y a la formación de docentes. Los programas escolares que, desde la década de 1980, se construyen sobre estos saberes nuevos, desbordan a los docentes, lo que no ocurre sin plantear primeramente algunos problemas de dominio de los saberes nuevos y cierta resistencia a los cambios.

Estos programas de los años 1980 estaban en ruptura con los de los años 1960-1970, por razones de contenidos, pero también por causa de evolución de las etapas y métodos. Los soportes de

enseñanza se enriquecen rápidamente con imágenes video, transparencias, maquetas analógicas, luego con simulaciones sobre ordenadores en el curso de la década de 1990. Estos cambios responden a necesidades nuevas de sustitutos de lo real, pero crean igualmente nuevos métodos. Los programas, aun cuando dos veces reformados, apenas han cambiado en el fondo desde hace diez años. Sin embargo, se han enriquecido con relación al de los años 1980 por préstamos de la planetología y de la climatología y un refuerzo de sus aspectos geofísicos y geoquímicos.

**Las ciencias de la Tierra y del universo en el bachillerato.** La reforma de los liceos de 1992, que modernizó la denominación de las ciencias naturales (se habla desde entonces de las ciencias de la Vida y de la Tierra), modificó un poco los programas de enseñanza de las ciencias de la Tierra. En el segundo, la geología de los recursos naturales cede el paso al estudio de la Tierra en el espacio. Se trata de precisar el origen geológico de la Tierra frente a otros planetas, como condición o marco de desarrollo de la vida. La geología toma préstamo aquí de la planetología comparada. El aprovisionamiento en agua persiste, sin embargo, y el estudio de los suelos vuelve al programa. Las actividades prácticas consisten en analizar, comparar y comentar dibujos, fotografías, radiofotografías, cuadros y gráficos. En primero S, la enseñanza de las ciencias de la Tierra bajo el velo “Tierra y energía” trata de la dinámica del Globo (expansión oceánica, subducción, colisión) antes de interesarse en la repartición terrestre de la radiación solar como causa de la dinámica atmosférica y oceánica y, por su intermedio, como causa de la geodinámica externa (erosión, transporte, sedimentación). Las tendencias evolutivas descriptas precedentemente se confirman. Redibujados, a veces mejorados, los documentos gráficos de los manuales escolares son sacados directamente de publicaciones o de obras universitarias. Su

grado de conceptualización es a menudo exagerado con relación a lo esperado por los programas. El alumno, que se ha vuelto estudiante, no encuentra calidad gráfica semejante en los documentos fotocopiados que le son remitidos.

Al comienzo de 1994, las clases de terminales D y C (creadas en 1967) se fusionan en una clase terminal S con tres especialidades. La enseñanza de la geología se reducía allí desde el origen a algunos elementos de paleontología necesarios a la comprensión de la evolución de las especies. El nuevo programa amplió esta enseñanza a la historia y evolución de la Tierra y de los seres vivientes, lo que concretamente no hizo más que agregar o recordar algunas nociones sobre la dinámica de las masas continentales. El programa de la enseñanza de especialidad SVT (Ciencias de la Vida y de la Tierra) agrega allí el estudio de las rocas (productos y testimonio del tiempo), el estudio de las crisis biológicas (la crisis Cretácico/Terciario) y el estudio de la evolución humana. Elementos de las ciencias de la Tierra son enseñados, entonces, en los tres años del segundo ciclo. En 1995, por primera vez, con excepción de algunas cuestiones de paleontología evolutiva, la geología va a dar lugar a cuestiones en el bachillerato. Esta presencia marca un reconocimiento de las ciencias de la Tierra, siempre conservadas secundarias con relación a las ciencias del viviente en la enseñanza de los colegios y liceos.

El programa actual de cuarto es el de 1996. Continúa al de 1988. De la evolución de los paisajes o manifestaciones visibles en superficie de la geodinámica interna y externa (erosión, transporte, sedimentación, terremotos, volcanismo), pasa a la explicación de la estructura dinámica del Globo antes de reconstituir la historia geológica de la Tierra. Los documentos, fuente de lo esencial de los trabajos, a pesar de la invitación renovada a estudiar la geología local sobre el terreno, son semejantes a los

utilizados en el liceo, aun en la universidad. ¿Puede ser de otra manera teniendo en cuenta los contenidos?

Los programas actuales de enseñanza de los liceos han sido emplazados progresivamente a partir de 2001. Representan una redistribución de los programas precedentes entre los tres niveles del liceo. La enseñanza se reivindica allí como siendo ante todo explicativa y busca a “proporcionar” a los alumnos un modelo dinámico de la Tierra.

La clase de segundo agrega a una enseñanza de planetología comparada, un estudio de la dinámica de las envolturas externas (atmósfera e hidrosfera) de la Tierra, precedentemente abordada en primero S. Se trata de “situar al hombre en su ambiente” En primero S el programa está limitado a una parte del estudio de la dinámica global: la otra es informada en Terminal S. El programa de primero S apunta a: la estructura y la composición química de la Tierra, al estudio de la litosfera y la cinemática de las placas, los mecanismos de expansión oceánica y la maquinaria térmica. Curiosamente la convergencia y la colisión continental son tratadas en Terminal S: para interpretar la tectónica extensiva de las zonas de expansión, se requiere esperar al año siguiente. En Terminal, la unidad del programa de SVT se hace alrededor de la dimensión temporal, en el dominio del viviente como en el de la Tierra. Al estudio del origen y de la evolución del hombre se agrega así el de la medida del tiempo (relativo o absoluto) y el de las crisis biológicas. La enseñanza de la especialidad SVT agrega a ello un estudio de los climas antiguos y de las variaciones del nivel del mar.

**¿La Tierra inaccesible?** La enseñanza de las ciencias de la Tierra en el secundario está fundamentalmente estructurada sobre la explicación de la dinámica del globo terrestre. La escala de estudio es la del Globo y la geología local sólo viene a guiar por su accesibilidad física (y no

forzosamente conceptual) a volver más concreto y palpable un conocimiento construido a partir de documentos esencialmente obtenidos por mediciones del dominio de la geofísica o de la geoquímica. La clase de terreno en primero S busca justamente reanudar el lazo entre teorización, modelización, simulación y observación crítica y analítica de terreno; lazo roto demasiado pronto, durante la introducción de una enseñanza sobre la tectónica global en la década de 1980. Del lado de los ejercicios prácticos, el sujeto de estudio obligado a un trabajo sobre documentos que hacen poco lugar a los objetos reales, lo que sólo hace aumentar la representación abstracta que el alumno puede hacerse de un objeto a priori bien concreto. Desde el punto de vista conceptual no es seguro que el alumno mida justamente el grado interpretativo de los documentos que utiliza. Lo que importa actualmente es comprender modelos. Más allá de las evoluciones de los contenidos de los programas y de los medios y métodos puestos en obra para aplicarlos, convendría reflexionar más largamente en la naturaleza de los conocimientos y representaciones así transmitidas.

P. SAVATON

*Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels*

-----00000-----

#### NUEVOS PROGRAMAS EN CIENCIAS DE LA TIERRA Y FORMACIÓN DE DOCENTES DE LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

La renovación reciente de los contenidos de los programas de ciencias de la Tierra y del Universo (STU) en colegios y liceos representa un avance considerable para las Geociencias. En efecto, estas últimas se vuelven ciencias “adultas”, bien identificadas y por lo tanto integradas en la formación científica general. En consecuencia, la enseñanza de las STU declina sobre el conjunto del curso de la enseñanza secundaria, las especialidades de las STU (dominio de terreno, sistemas

fisicoquímicos complejos, variabilidad de las escalas de tiempo y espacio, etapas histórica y predictiva,...) son identificadas y la enseñanza de las STU es evaluada por una prueba específica en el bachillerato.

Esta evolución puede conducir a una legítima inquietud en los docentes del secundario que sufren a veces dificultades para enseñar las STU. Se vuelve fundamental mejorar la formación, tanto inicial como continua, de estos docentes. El objeto de este artículo es, a partir del análisis de los riesgos de esta disciplina, por una parte, y de los contenidos de los programas, por otra parte, proponer algunas pistas de reflexión para una mejor formación de los docentes.

**Los riesgos de la disciplina.** Comprender el funcionamiento del planeta Tierra y su evolución en el marco del sistema solar, es un objetivo fundamental del conocimiento. El origen y la evolución del sistema solar, la formación y la dinámica de la Tierra, el origen y la evolución de la vida sobre la Tierra, las grandes crisis y la desaparición de las especies en el curso de los tiempos geológicos, la raza humana, la formación de los volcanes, de los sismos, de las cadenas de montañas, la formación y la desaparición de los océanos, son otras tantas cuestiones fundamentales para los científicos pero también sujetos que apasionan al gran público.

Las STU son el objeto a nivel internacional, con excepción de Francia, de un vigoroso esfuerzo de investigación cuyas recaídas sociales en términos de gestión del ambiente como de desarrollo durable, son considerables. En efecto, una exigencia social creciente de seguridad y de prevención coloca los problemas de peligro y de riesgos naturales en el centro de las preocupaciones y, por lo tanto, de las investigaciones en STU. Aun cuando se trate allí de un dominio que requiere la intervención de otras numerosas disciplinas (ciencias de la vida, química, ciencias del Hombre y de la sociedad, ingeniería, ...), el análisis y la comprensión

de estos procesos naturales son fundamentales para que se realicen progresos significativos. El desarrollo de los países emergentes y el aumento inexorable del consumo energético de los países desarrollados impone la investigación y la gestión de los recursos naturales como por ejemplo el agua, los hidrocarburos, o bien todavía los minerales y los metales preciosos. La toma de conciencia del impacto de la actividad humana sobre el ambiente es origen de investigaciones en dominios tan variados como el trazado de los polucionantes en los suelos y las aguas, el tratamiento y el almacenamiento de los desechos, las variaciones climáticas y el recalentamiento del planeta, ...

Las STU responden, pues, a cuatro grandes tipos de apuestas: el conocimiento fundamental de la Tierra, pero también de los otros planetas, del sistema solar, de los exoplanetas, de la evolución de la vida sobre la Tierra; la gestión de los recursos naturales (agua, materias primas minerales y energéticas); el dominio y la previsión de los peligros y riesgos naturales (sísmicos, volcánicos, gravitativos, hídricos, climáticos); finalmente, y en asociación con otras numerosas disciplinas, la gestión del ambiente en el marco de una política de desarrollo durable.

**Las apuestas de las STU en el marco de los nuevos programas.** Identificadas las apuestas científicas, es posible analizar su declinación en el marco de los nuevos programas. Es claro que las ciencias del ambiente son un objetivo importante de la formación durante todo el curso escolar. El rol del profesor de las SVT se vuelve central en un proyecto de educación cívica en el ambiente. En este espíritu, se ha elegido tratar la dinámica de las envolturas fluidas de la Tierra, y sus consecuencias en términos de variaciones climáticas, en clase de segundo. Así, y a pesar de la dificultad de los conceptos científicos a poner en juego, estas problemáticas, de fuerte implicación societaria, son

presentadas al conjunto de los alumnos de los liceos. Para los alumnos de las hileras científicas, estas cuestiones pueden ser profundizadas en clase de Terminal en el marco de la enseñanza especializada.

Además, es en diferentes niveles del curso (quinto, cuarto, segundo, terminal) cuando las consecuencias de la dinámica del planeta en términos de peligro y riesgos naturales pueden ser presentados. Es la ocasión de mostrar de qué manera el conocimiento científico puede ser importante para el hombre y sus actividades y cómo la investigación fundamental puede encontrar su aplicación en la vida cotidiana.

Se mide todavía el papel de los profesores de las SVT en la formación de los individuos cuando ellos presentan las adquisiciones científicas sobre la evolución y la raza humana.

Desde la clase de tercero, se construye el concepto de evolución. Es profundizado por una enseñanza obligatoria en Terminal científico y opcional en primero literario y primero económico y social. Es a todo lo largo del curso que se ha elegido establecer los saberes fundamentales de la disciplina (composición, estructuras y dinámicas del planeta). Desde la clase de quinto se abordan las STU por el estudio sobre el terreno de los paisajes, de las rocas sedimentarias y de la dinámica externa de la Tierra. En clase de cuarto, se presentan la dinámica interna de la Tierra y su expresión en la superficie del planeta. Para las hileras científicas, se trata de llegar a una visión global y unitaria del sistema Tierra gracia a una coherencia vertical de los programas desde la segunda a la terminal.

Las STU no están organizadas alrededor de "disciplinas abstractas" sino alrededor de "objetos concretos": sistemas planetarios, océanos, atmósfera, rocas y estructuras geológicas. Éstas son primeramente ciencias de observación. No obstante, el tamaño, el número de

parámetros libres y la presencia de múltiples retroacciones, que engendra la complejidad de los sistemas estudiados, así como el carácter altamente no lineal de sus comportamientos. La comprensión de objetos naturalmente complejos y de su funcionamiento exige una gran actividad y esfuerzos de modelización. Es, pues, indispensable iniciar a los alumnos en una etapa científica específica: observar, analizar y modelizar. Esto sólo puede hacerse a través del emplazamiento de trabajos prácticos y de clases de terreno en las cuales la etapa científica se pone en marcha revelando el aspecto fascinante de las STU (exploración espacial, volcanes, sismos, cadenas de montañas, fósiles, ...). En el corazón de esta etapa, los cambios de escala de espacio y de tiempo y la medida del tiempo se vuelven las prácticas recurrentes. Es claro que los programas propuestos son ambiciosos y que numerosos conceptos son complejos. Con la finalidad de volver accesibles estos contenidos a los alumnos de los colegios y liceos, es fundamental que sus límites sean explícitos y, sobre todo, respetados por los docentes. No se recordará nunca suficientemente que los programas son definidos por textos oficiales y no por manuales escolares cuyos contenidos, a causa de la concurrencia entre las casas editoras y/o del exceso de algunos autores, van mucho más allá de lo necesario en el secundario.

**Algunas pistas para mejorar la formación de los docentes del secundario.** Delante de los conocimientos a adquirir y la complejidad de los conceptos y métodos propios de las ciencias de la Vida y de la Tierra (SVT), la formación inicial de los docentes debe aplicarse a establecer los conocimientos fundamentales de estas disciplinas. Es urgente en el seno de las formaciones universitarias, aprender a identificar, para las ciencias de la Tierra en particular, los conocimientos de primer orden y librarse de lo accesorio.

Mejorar la formación inicial de los futuros docentes impone primeramente introducir más ciencia, es decir insistir sobre la etapa científica, y menos catálogos (acumulaciones de conocimientos) en la enseñanza universitaria. Mejorar la formación inicial en las STU pasa también por un aumento cuantitativo y cualitativo de la enseñanza sobre el terreno. Es la mejor manera de aprender los objetos geológicos en su diversidad y, a veces, su complejidad. Es, sobre todo, el medio más eficaz para aprender a dominar las variaciones de las escalas de tiempo y de espacio. Mejorar la formación inicial pasa, finalmente, por una investigación mayor de los docentes-investigadores geólogos de calidad, es decir de los mejores científicos y pedagogos, en estas hileras de formación. Es necesario recordar, sin cesar, que formar docentes es una misión tan noble e importante como formar ingenieros o investigadores. Se requiere, pues, valorizar esta misión de formación en la evolución de las carreras universitarias.

Los docentes-investigadores no son los únicos actores del sistema educativo a movilizar. En efecto, para ser eficaz, una evolución de los contenidos y de las prácticas pedagógicas en el superior, debe acompañarse de una seria evolución de una parte de los contenidos de los programas de los concursos de reclutamiento (ellos también a reconcentrarse sobre los conocimientos de primer orden) y, por otra parte, del tipo de cuestionamiento practicado por los miembros del jurado del CAPES y de la agregación.

En los párrafos precedentes, a menudo ha sido cuestión de la etapa científica. En las STU esta práctica es fundamental y no debe ser caricaturizada en una presentación estandarizada (¡y que data del siglo XIX!) de tipo: observaciones – modelo – consecuencias verificables. En la etapa del científico, nada prohíbe un modelo a priori y una aproximación hipotético-deductiva. Además, la práctica

de una estrategia de tipo “ensayo-error” es frecuente y, a menudo, muy eficaz.

Las etapas de la formación continua son todavía más importantes. La ciencia evoluciona rápidamente, en consecuencia es necesario admitir, reconocer y, sobre todo, organizar la formación, a todo lo largo de la vida profesional, de los docentes de secundario. Esto pasa primeramente por una fuerte movilización de los científicos y una modificación de las prácticas en la Universidad que debe reconocer la formación continua como una misión esencial. Esto pasa luego por una voluntad del Ministerio y de la Inspección general de librar los medios necesario y organizar la formación continua. Le pertenece mutualizar los recursos pedagógicos e identificar algunos talleres de terreno (ejemplos “tipos”) que, validados por los científicos, permitirán una verdadera apropiación de los conocimientos. Pertenece sobre todo a la Inspección general y a los inspectores pedagógicos regionales el emplazar equipos de formación, velando por la calidad científica de los formadores implicados, a fin de que estos últimos sean relevos eficaces entre los diferentes actores de la formación continua de los docentes.

J.-M. LARDEAUX y A. MAMECIER

*Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels*

-----00000-----

### **LA FORMACIÓN EN CIENCIAS DE LA TIERRA DE LOS PROFESORES DE SVT**

Las ciencias de la Tierra son enseñadas en la secundaria en el seno de una disciplina escolar titulada ciencias de la Vida y de la Tierra, desde 1992, o ciencias naturales, desde 1902 e historia natural, en el siglo XIX (a estas tres designaciones oficiales y durables se han agregado las de ciencias y técnicas biológicas y geológicas de 1987 a 1992 y de Biología-Geología en el grado de los textos y programas). Figuran igualmente nociones en los programas de geografía del

secundario y en los programas de ciencias del ciclo 3 (CM<sub>1</sub> y CM<sub>2</sub> de las escuelas primarias).

**Reclutamientos diversos.** Los docentes de SVT de los colegios y liceos, reclutados por concurso, son titulares del CAPES (Certificado de aptitud al Profesorado de la Enseñanza Secundaria) ciencias de la Vida y de la Tierra (ex-CAPES de ciencias naturales) o de la agregación de ciencias de la Vida / ciencias de la Tierra y del Universo (ex- agregación de ciencias naturales). Las necesidades de docentes del superior al número de laureados de los concursos, dan siempre lugar al reclutamiento de personales contractuales titulares de mínima de una licencia del dominio de las ciencias del viviente. Situaciones locales y puntuales de penuria han podido hacer reclutar a veces, para enseñar las SVT, titulares de licencias ciencias de la Tierra y de licencias más alejadas de la disciplina a enseñar. Este personal no titular, a veces ha sido titularizado sin pasar por los concursos internos.

Los docentes de primaria, institutores y profesores de las escuelas han sido reclutados por concurso, ya sea al nivel de bachillerato o del DEUG, para la entrada en las escuelas normales de institutores y de institutrices, o bien al nivel de la licencia desde la creación de los institutos universitarios de formación de maestros (UFM) (ley de orientación del 10 de julio de 1989 y decreto del 28 de septiembre de 1990).

Como se lo adivina de golpe, la diversidad de orígenes y de estatus se acompaña de una gran diversidad de cursos y de conocimientos. Sólo nos interesaremos en este artículo en la formación en ciencias de la Tierra de los docentes que pasaron los concursos externos del CAPES y de la agregación

El concurso del CAPES es abierto a todo estudiante titular de una licencia o de su equivalente. En los hechos, la mayoría

de los candidatos al CAPES de SVT son titulares igualmente de una maestría, condición requerida por otra parte para presentarse a la agregación. Una vez recibido en uno de estos concursos, los laureados son afectados por una duración de un año a la vez en un IUFM y en un colegio o un liceo donde efectúan un servicio de enseñanza no debiendo sobrepasar 6 horas por semana. Todos estos docentes siguen, pues, un año de formación en un IUFM en paralelo a la práctica de su oficio. Para presentarse al concurso del CAPES, el candidato puede seguir o no una preparación o concurso junto a un IUFM. El candidato que se presenta a la agregación puede de la misma manera hacerlo como candidato libre o como estudiante de una preparación universitaria a la agregación.

La formación en ciencias de la Tierra de un docente se reparte, pues, sobre sus años en la universidad y sobre uno o dos años en un IUFM.

La diversidad de las maquetas de enseñanza de los DEUG, licencias y maestrías, vuelve difícil la descripción precisa de la formación en ST seguida por un estudiante, en ausencia de un estudio exhaustivo y comparativo de todos estos cursos. El emplazamiento previsto de la reforma "Licencia/Máster/Doctorado" a comienzos de 2004 y las maquetas establecidas en este sentido, no pueden ser tomadas en cuenta todavía en esta fecha. Esta reforma va a modificar la formación universitaria en ST de los futuros candidatos a los concursos. Si la posibilidad de recorridos diferenciados puede permitir una formación más consecuente y pertinente para los futuros candidatos, el repliegue sobre sí de cada campo disciplinario de investigación, reacción de supervivencia cuando los puestos se vuelven raros, puede dejar temer igualmente un empobrecimiento. En efecto, la ausencia de reconocimiento de una verdadera hilera "concurso del secundario" en licencia y máster comporta un refuerzo de las dominantes

disciplinarias de las formaciones a expensas de las enseñanzas complementarias: será necesario todavía que haya más “ciencias de la Vida” o “ciencias de la Tierra y del Universo”.

Sin embargo, se pueden enunciar algunas constantes y características mayoritarias de los actuales cursos universitarios de los candidatos al CAPES y a la agregación.

**Formaciones universitarias todavía más variadas.** El primer año del DEUG es considerado como un año de acogida y de orientación de los estudiantes y se traduce generalmente por una enseñanza poco profundizada. Se trata, ante todo, en ST, de presentar, ya sea algunos aspectos juzgados más atractivos o más mediáticos o más fundamentales. Se habla a menudo de la necesidad de darles las bases, ignorando, parece, que estos estudiantes, más todavía actualmente que ayer, son titulares de un bachillerato científico y, por ello, han seguido ya algunos años de enseñanza de SVT comprendiendo un ambicioso programa de ST. Con dominio o no, los saberes estudiados han dejado trazas, y hablar de construir bases ignorando sus adquisiciones anteriores es, como mínimo, torpe. Pero ése es muy a menudo el caso. El primer año se limita, pues, a recordar nociones generales sobre las rocas y los fenómenos geológicos o a retomar en algunas horas una presentación del lugar de la Tierra en el Universo, de su estructura y de su dinámica externa e interna. Pocas universidades proponen trabajos prácticos. Los docentes se hacen en el anfiteatro o, a veces, bajo la forma de grupos de trabajo dirigidos. Las salidas o estadias de terreno no están generalmente en el programa. Algunas universidades consagran, no obstante, más de 50 horas a las ST.

El segundo año de DEUG está más o menos especializado según los establecimientos. Estas especializaciones obligan al estudiante a elegir (pre-elegir?) una hilera con o sin enseñanza de ST. Las

universidades que reconocen la importancia de una hilera de enseñanza secundaria proponen generalmente un recorrido por las ciencias del viviente y las ciencias de la Tierra. En este caso, se puede contar más de un centenar de horas de ST. Si no, el lugar horario en las maquetas es enteramente variable, yendo de lo que algunos no vacilan en denominar un barniz de ST (20 a 30 horas) hasta una enseñanza construida en módulos repartidos sobre los dos semestres, con cursos, trabajos dirigidos y trabajos prácticos, a veces todavía una salida, aun una estadia de terreno. Del lado de los contenidos, la diversidad es grande, pero clásicamente y bajo denominaciones y reagrupamientos variables, se trata allí de petrografía, de tectónica, de paleontología, a veces de geomorfología y de elementos de geofísica y geoquímica. La especialización STU no es aconsejable porque ella deja poco lugar a las ciencias del viviente.

Numerosas universidades, en la óptica de los concursos de enseñanza, proponen una licencia de tipo biología general y ciencias de la Tierra (y del Universo), o licencia BGST(U). En este caso, las ST pueden representar allí el 20 ó 40 % de las enseñanzas. Corresponden entonces ya sea a una profundización (se habla de historia de la educación de enseñanza concéntrica o circular, para esta enseñanza que consiste en retomar varios años continuos los mismos temas pero en un nivel sin cesar creciente) del DEUG (mismos sujetos pero en un nivel mayor), o bien a una ampliación de los temas de estudio clásicamente con una enseñanza apoyada sobre los aportes de la geofísica, la geoquímica, la climatología, pero también la historia geológica de Francia, los procesos genéticos del magmatismo y del metamorfismo. Esta enseñanza en cursos TD, TP se completa a veces con una salida o con una estadia de terreno con informe. Esquemáticamente, ocurre lo mismo con la maestría cuando existe una maestría de tipo BGST(U). Licencia y

maestría constituyen muy a menudo los cuatro semestres de una enseñanza más profundizada de las ciencias de la Tierra, con elecciones de repartición desplegada o concentrada sobre tal o cual semestre. Muy a menudo, el año de maestría ofrece complementos en historia geológica de Francia o en geología aplicada (recursos naturales y ambiente) o en geoquímica (isótopos; radiocronología), geofísica, ... Nuestro propósito no es describir en detalle aquí, ni los contenidos, ni los métodos, ni la forma pedagógica de estas enseñanzas, ni su repartición detallada. Esta rápida presentación, en revancha, busca recordar que los estudiantes que preparan los concursos de enseñanza secundaria han surgido de cursos universitarios con dominio de ciencias del viviente, donde las ST(U) ocupan en tiempo, en sentido estricto, un lugar secundario, aun a veces accesorio. Los contenidos de enseñanza pueden ya sea relacionarse con contenidos de las hileras STU y temas actualmente portadores de las investigaciones en las STU, o bien proseguir una enseñanza generalizada de las STU aliando dominios nuevos y tradicionales de las STU.

**Los prepasos CAPES.** La mayoría de los laureados del CAPES ha seguido una preparación al concurso en el seno de un IUFM, al egreso de su curso en la universidad. Oficialmente, la responsabilidad de la puesta en obra de estas preparaciones es del resorte de estos institutos. Clásicamente la preparación a las pruebas científicas está asegurada por su universidad de relación.

El concurso del CAPES distingue pruebas escritas y orales, llamadas científicas porque testan fundamentalmente los conocimientos científicos del candidato, y una prueba oral de carácter pre-profesional que testa más específicamente la capacidad del candidato para orquestar sus conocimientos en el marco de la preparación de una situación de enseñanza. Los conocimientos científicos esperados de los candidatos

están enmarcados en un programa oficial que cubre el conjunto de conocimientos científicos necesarios a la maestría conceptual de los programas de enseñanza del secundario. En otros términos, el programa del concurso cubre la integridad de las enseñanzas universitarias de primer y segundo ciclo de un curso BGSTU equilibrado, lo que hace decir a algunos estudiantes que no hay programa, que "todo es a saber". En verdad, algunas de estas enseñanzas han podido proporcionar desarrollos que han ido más allá de lo esperado por el concurso, pero otros se han detenido de este lado.

En ciencias de la vida y de la Tierra, el estudio detallado del programa, es decir la identificación de los conceptos, nociones y datos necesarios al dominio de los conocimientos exigibles, pero también la lectura de los sujetos de concurso (escritos y orales) confirma el alto nivel de formación en ST esperado de los candidatos. Este programa determina directamente el de toda preparación eficaz al concurso. Impone un balance de los cursos seguidos como previo a la definición de las enseñanzas y algunos estudiantes aprenden, a su costo, cuán difícil es llegar a tiempo al nivel esperado. A los aspectos metodológicos inherentes a la preparación de un concurso, a los aspectos pre-profesionales todavía bien modestos y teóricos de tales concursos de enseñanza, las preparaciones se encuentran forzadas de agregar, de manera consecuente a veces, amplios complementos a los conocimientos científicos adquiridos.

El concurso impone reglas que no son las pruebas y diplomas universitarios. Los jurados sólo pueden, desde entonces, alentar a los estudiantes a elegir su universidad en consecuencia e invitar a estas mismas universidades a tomar en cuenta, desde el origen, las necesidades del concurso. La desaparición, hace ahora cerca de 15 años, de la hilera universitaria en ciencias naturales, marcó un aumento de la distancia entre las formaciones

universitarias y la preparación de los concursos. Esta evolución tiene toda la apariencia de un desinterés creciente de las universidades por esta misión histórica de formación de los futuros docentes.

La preparación, determinada por el programa y la naturaleza de las pruebas, busca a la vez, por lo tanto, colmar la distancia entre los conocimientos universitarios adquiridos y los científicos esperados del concurso, y preparar metodológicamente estudiantes a redactar un escrito, presentar un oral y responder a preguntas. Esta preparación metodológica es específica.

**... o aprender a hablar de la Tierra y hacer hablar a la Tierra.** El escrito de CAPES mide a la vez los conocimientos científicos del candidato, su grado de dominio y la capacidad que de ello se desprende para analizar, comparar e interpretar documentos, organizar informaciones, hacer elecciones, relacionar de manera pertinente estudios de casos y el marco teórico, utilizar juiciosamente los modelos ... y la cualidad de su expresión escrita. Nada, *a priori*, de muy diferente con lo que se podría tener derecho a esperar de todo estudiante titular como mínimo de una licencia o de su equivalente. Sin embargo, se constata que estos criterios apenas son determinantes en su curso anterior: la naturaleza y el desarrollo de las pruebas de examen y su corrección, pueden ser cuestionados. La lectura de los informes del jurado permite, a cada uno, informarse de las diferencias constatadas entre lo esperado y la realidad. Sólo retomaremos aquí de estas lecturas, algunas notas metodológicas y prácticas. Un escrito de CAPES puede apoyarse o no sobre documentos proporcionados. En presencia de documentos, muchos candidatos se contentan con un discurso teórico, a veces científicamente justo, pero en el cual los conocimientos son expuestos fuera de toda etapa previa de análisis y de organización selectiva de los datos. Conocimientos memorizados más bien que

apropiados, son expuestos de ese modo, haciendo abstracción de una etapa que funda la enseñanza secundaria de las SVT. Destacamos igualmente las notas constantes de los jurados, desde la creación del CAPES, sobre la debilidad de la expresión gráfica de los candidatos, que sufren para enriquecer su texto con dibujos y esquemas descriptivos, explicativos, modelizadores o sintéticos. No obstante, todos saben cuánto más expresa a veces un esquema que un texto.

Se podría decir otro tanto de un oral de CAPES, donde el candidato debe organizar y presentar conocimientos científicos sobre un sujeto bien preciso, sacado al azar, ubicándose en una etapa de exposición que es la esperada de un docente de SVT del secundario. A saber: siempre partir de lo concreto, de lo práctico, del estudio de casos, para ir hacia lo más general, lo más conceptual, lo más teórico, lo más abstracto o lo más modelizado. Para ello, es necesario conocer los objetos de la geología, es necesario haberlos manipulado anteriormente varias veces, física e intelectualmente, para ser capaz, un día de examen, con tiempo limitado, hacer selecciones y mantener un discurso simple y razonado sobre objetos complejos. Los jurados del CAPES lamentan siempre las numerosas exposiciones estereotipadas en un discurso teórico, numerosas exposiciones en las cuales el material concreto no existe, donde los mapas, cuanto más, decoran las paredes, donde las muestras son tomadas y abandonadas, donde los paisajes quedan sin imaginar, donde las maquetas y montajes nunca son dinámicos. La ausencia de explotación del mapa geológico es un buen testimonio de un desconocimiento de este recurso. La exposición científica es también la demostración de una capacidad de construir un discurso específico para un público dado. No es un curso de secundario sino que debe tener su espíritu y su etapa, aun su actitud.

En el oral del CAPES, los candidatos, cuya exposición científica no se refiere a las ciencias de la Tierra, pasan una conversación de 15 minutos llamada “segunda conversación”. Se trata de “hacer hablar”, sin preparación previa, sobre diversos tipos de objetos y de documentos geológicos (muestras de rocas, de minerales o de fósiles, mapas geológicos, hidrogeológicos, diagramas, cuadros de análisis, fotografías de afloramientos o de paisajes). Es a la vez la extensión de su cultura y el dominio de ella, lo que es testado en tiempo limitado. Es necesario ser reactivo y saber ir a lo esencial sin descuidar el detalle.

Estos ejercicios se aprenden, constituyen el objeto de las preparaciones. Se puede desear también que estos sean igualmente una preocupación de nuestros cursos universitarios.

Las pruebas de la agregación no son fundamentalmente diferentes en el espíritu. Ellas son más largas, demandan a veces conocimientos más avanzados, testan al candidato a través de escritos, de trabajos prácticos y de orales. Ellas demandan saber aliar más capacidad de síntesis y de organización con precisión y detalles. Numerosas informaciones, datos y valores deben ser memorizados para permitir producir, sin documentos, un discurso apoyado sobre ejemplos precisos. No es suficiente con saber dónde encontrar la información, se requiere a menudo ser capaz de proporcionarla si es necesario.

**La formación de pasantes IUFM.** La formación en STU puesta en obra en las preparaciones está fundamentalmente determinada por lo esperado del concurso, tanto en términos de contenido como de métodos.

Los laureados de estos concursos se vuelven pasantes de un IUFM al año siguiente. Están entonces en formación profesional. No es entonces el tiempo de completar conocimientos científicos sino de aprender cómo utilizarlos diariamente en un marco profesional para pensar y

poner en obra una enseñanza. Los aspectos pedagógicos dominan a menudo en esta formación sobre los aspectos didácticos y epistemológicos. La reflexión sobre las especificidades de la enseñanza de las ciencias de la Tierra con relación a las ciencias del viviente (dimensión tiempo y espacio, importancia de los pre-requeridos físicos y químicos, importancia de los modelos y de las medidas indirectas, lugar de la observación con relación a la experimentación, condiciones de validación/invalidación de los modelos) es dejada a la apreciación de los formadores y pasantes.

Conviene notar que, en su gran mayoría, los docentes de SVT se dicen más bien “biólogos” que “geólogos”. Los docentes que aseguran la formación de los futuros docentes de SVT (formadores de los IUFM) están, pues, generalmente mucho menos cómodamente para tratar de la enseñanza de las STU. Esto no facilita la toma de distancia frente del objeto a enseñar, tanto en la definición de los contenidos y la justificación de sus límites, como en la identificación de los pre-requeridos y de las articulaciones entre conceptos. La puesta en obra de actividades prácticas o de clases de terreno se encuentra allí limitada otro tanto.

Esto no es un acta nueva, el cuerpo de inspección, los jurados de concurso, los universitarios y los docentes mismos, lo han establecido muchas veces, pero sin que se hayan aportado correcciones. Esto resta actualmente un desafío de nuestra enseñanza, ¿cómo hacer para relacionar los docentes de SVT de las ciencias de la Tierra y del Universo, para que ellos se relacionen, a su vez, con sus alumnos?

P. SAVATON

*Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels*

-----00000-----

“Uno es tan joven como su fe, tan viejo como su duda, tan joven como su confianza en sí mismo, tan viejo como sus temores, tan joven como su esperanza, tan viejo como su desesperación”

D. Mc Arthur

-----00000-----

## LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA; ESPECIFICIDADES Y DIFICULTADES

**¿Está la geología encerrada en su especificidad?** Difícilmente accesible en razón de la desmesura de sus escalas de observación y de tiempo, la abstracción de sus conceptos, de la complejidad de su jerga, la geología ¿es una disciplina encerrada sobre sí misma? Algunos ejemplos de práctica de enseñanza elegidos en diferentes niveles del sistema educativo nos van a permitir responder sin ambigüedad a esta cuestión. Las ciencias de la Tierra se revelan, en efecto, un maravilloso trampolín para abordar disciplinas vecinas: física, química, matemáticas, francés, historia, geografía, ecología, ambiente, ...

**En la escuela primaria.** Los niños, muy curiosos de su ambiente, se interrogan sobre los fenómenos geológicos y sus causas: ¿Por qué la Tierra tiembla a veces? ¿De dónde provienen esas olas de lavas incandescentes arrojadas por los volcanes? ¿Qué misterios encierran esos curiosos animales que se los encuentra atrapados y petrificados en las rocas? Las imágenes de los volcanes en actividad fascinan, la de los terremotos espantan, las historias de dinosaurios hacen soñar. Cualquiera sea la entrada en materia, ella se revela atractiva y motivante. Una vez que la atención de los alumnos es cautivada por una secuencia sobre un tema geológico, el profesor de escuela puede, sin gran dificultad, llevar sus alumnos sobre el terreno de otras disciplinas. Algunos ejemplos de actividades realizadas en clase de CM<sub>1</sub>-CM<sub>2</sub> van a ilustrar estas palabras.

**Actividades de lectura y de escritura en torno del volcanismo.** Para abordar el tema de los volcanes, una primera actividad consiste en recoger las representaciones de los niños con la ayuda de una ficha que contiene varias preguntas: ¿qué es un volcán? ¿dónde se forman los

volcanes sobre la Tierra? ¿Qué pasa durante una erupción volcánica? Se les pide igualmente dibujar un volcán en erupción con su leyenda. El análisis de las producciones infantiles muestra que la mayoría de los niños definen el volcán como “una montaña que escupe fuego o lava”. Los volcanes no son puestos en relación con una localización geográfica particular: hay volcanes “por todas partes, sobre las montañas, sobre las islas, en las regiones cálidas, en los lugares desérticos”. Sobre los dibujos con leyenda, todos los alumnos han representado un volcán en erupción y mencionado la palabra “lava” en la leyenda. Ellos asocian sistemáticamente la erupción de un tipo de volcanismo efusivo. La cuestión que se plantea entonces al docente es de saber por qué medio desconstruir o modificar estas concepciones. Una de las soluciones es pasar por la confrontación de documentos (lectura de imágenes, lectura de textos...) que da al niño los medios de confirmar o de invalidar sus ideas y de modificar sus imágenes mentales.

### *Un volcán no es una montaña.*

Un primer trabajo de lectura de imágenes es propuesto para ir contra la concepción de los niños que asocian un volcán a la existencia de un relieve y confunden montaña y volcanes. Se trata de ordenar cronológicamente siete imágenes concernientes al nacimiento del Parícutín en 1942. La actividad es bien atinada y al término de esta fase colectiva, una nueva definición del volcán es proporcionada: “*Un volcán es primeramente un agujero en el suelo, que pone en contacto el interior y el exterior de la Tierra*”. Para que cada niño tenga un trazado escrito de este trabajo, se le proporciona un documento que retoma las imágenes ordenadas de manera cronológica. El alumno deberá asociar en cada viñeta el extracto de texto que le corresponda. Este texto científico es tomado de *Volcanes y Terremotos*, Ed. 2 Coqs d'Or, KRAFT M., 1983. La actividad propuesta es una actividad de escritura que subentiende la

movilización por el niño de competencias ligadas a la organización de informaciones. Esto último deberá tener en cuenta a la vez etiquetas que lleven mención de la cronología, documentos icónicos y texto científico. Los resultados de esta actividad muestran que algunos niños tienen dificultades para organizar las diferentes informaciones: el documento no ha sido leído en su totalidad, sino que cada viñeta ha sido tratada independientemente de las otras, la cronología y el descriptivo no han sido tratados simultáneamente.

***Todos los volcanes no son efusivos.***

El objetivo es llevar al niño a conocer la existencia de dos tipos de volcanes: efusivo y explosivo. Cada niño recibe una página que contiene cuatro textos relatando cuatro erupciones volcánicas diferentes (Vesubio, Mauna-Loa, Monte Santa Helena, Montaña Pelada). Habiendo leído el mismo texto, los niños se van a reagrupar en binomio a fin de reproducir, por un dibujo o una maqueta, la erupción volcánica tal como ella es descripta. En todas las producciones, los niños han esquematizado la erupción representando coladas de lava, mostrando así una gran dificultad para desconstruir las imágenes mentales iniciales. El docente va entonces a ayudar al niño en la desconstrucción de algunas de sus representaciones y en la construcción de un nuevo saber por una actividad de lectura comparada. El docente lee en voz alta los cuatro textos y los niños están entonces en situación de escucha activo. Ellos deben identificar todas las palabras o expresiones relativas a las erupciones volcánicas descriptas y anotarlas sobre su pizarra. Esta fase de aislamiento lexical se prueba un verdadero soldador en la medida en la cual los niños se dan cuenta inmediatamente que todas las erupciones no son idénticas. El trabajo alrededor de las maquetas es retomado y corregido.

Este trabajo muestra bien, por lo tanto, que en el marco de una etapa constructiva, se puede hacer adquirir nuevos conocimientos disciplinarios movilizando en el niño competencias ligadas a otros dominios, principalmente por actividades de francés (lectura-escritura).

**Movilización de competencias de física y de matemáticas en torno de los sismos.**

Abordado en la escuela elemental, el estudio de los sismos no debe reducirse a un único aspecto catastrófico, consecuencia de la actividad de la Tierra. Es necesario poder dar al niño los medios de comprender lo que pasa aguas arriba del terremoto. El análisis de las representaciones infantiles revela, por una parte, que para los niños de la escuela elemental, el origen de un sismo no es forzosamente interno y, por otra parte, que la relación de causa a efecto entre la formación de una falla y la propagación de una onda está lejos de ser establecida. Se demanda entonces al niño de implicarse en la investigación proponiendo un dispositivo experimental susceptible de responder a las cuestiones que se le plantean: "Yo he observado que, a continuación de un terremoto, podía haber allí fracturas a nivel de la superficie del suelo. ¿Qué es lo que puede causar la ruptura de las rocas?" Para investigar el origen de un sismo, se propone particularmente al niño simular un sismo proporcionándole una placa soporte que representa la superficie de la Tierra, azúcar u otros objetos que serán ubicados en la superficie de la placa. La consigna es entonces imaginar que un sismo sacude la región donde se encuentra la placa. ¿Cómo provocarlo? Para ello, el niño va a tener que imaginar y realizar un dispositivo experimental susceptible de aportar elementos de respuesta al problema planteado. Se ubica en una etapa científica. Por otra parte, para llevar los niños a establecer relaciones entre ruptura de materiales y propagación de las

vibraciones, se propone a los niños romper materiales diferentes con la finalidad de comprender lo que puede ser el origen de una ruptura. Todas las pistas de trabajo encaradas convergen hacia la misma conclusión que moviliza nociones de física: “para romper, yo debo ejercer una fuerza”. La presentación del material (barras de madera, poliestireno y cemento celular) y pesos de masa diferente va a permitir al niño imaginar protocolos experimentales que permitirán romperlos. Cuando se encara fijar los pesos, se origina una discusión. ¿Qué elegir? ¿Se debe comenzar por los pesos más débiles. Un gran peso es forzosamente más pesado que un pequeño peso? ¿Se puede tener la confirmación por la lectura de su masa: 1 kg y 100 g? Cómo compararlos ... En este estado, se movilizan en el niño competencias ligadas a las matemáticas (magnitudes y medidas).

**En la enseñanza secundaria.** En el espíritu de los nuevos programas de la enseñanza secundaria, algunas actividades interdisciplinarias son desarrolladas en el colegio en el marco de los itinerarios “De Découverte” (DD) y en los liceos en el marco de “Travaux Personnels Encadrés” (TPE). Vamos a ver que las ciencias de la Tierra se ubican fácilmente en el centro de estos temas interdisciplinarios concebidos para evitar el tabicamiento de las disciplinas.

El tiempo en geología es una noción que es abordada de una manera específica en clase de Terminal S a la vez bajo el aspecto de la cronología relativa y de la cronología absoluta. La radiocronología se apoya en su principio sobre el fenómeno de decrecimiento radioactivo de los átomos inestables. Ella utiliza un dispositivo de análisis que reposa sobre una instrumentación sofisticada (espectrometría de masa, láser, ...). El cálculo de las edades pasa por la resolución de ecuaciones. La datación de rocas es, pues, una entrada posible hacia la física, la química y las matemáticas.

La sismología que da acceso al conocimiento de la estructura interna de la Tierra es abordada en clase de primera S. Se apoya igualmente sobre principios físicos (propagación de las ondas, energía, magnitud, presión, comportamiento mecánico de los sólidos, etc.). El estudio de los terremotos, que ocasionan también importantes desastres, constituye una herramienta de investigación en el dominio de los riesgos naturales y de la educación en el ambiente.

**El análisis de los paisajes: un campo privilegiado de investigación interdisciplinaria.** En ciencias de la Tierra, la lectura de paisajes sobre el terreno es una aproximación fundamental de una excepcional riqueza desde un punto de vista pedagógico. Permite descubrir o reinvestir, con los alumnos, los conceptos geológicos abordados en los programas (tectónica de placas, colisión continental, cambios climáticos, erosión). En el curso de una salida pedagógica, los paisajes permiten abordar las estructuras geológicas en una escala de observación ideal para aprender su dimensión espacial (fosa de hundimiento, cabalgamientos, etc.). Confronta al observador con la realidad de estos objetos, con relación a su conceptualización teórica. En una excursión en la cual varios sitios son programados, el paisaje permite también una buena integración de las observaciones realizadas en cada uno de los afloramientos visitados y facilita su asimilación.

Más allá de la aproximación estrictamente disciplinaria, el análisis del paisaje se revela igualmente como un dispositivo perfectamente bien adaptado a un aprendizaje interdisciplinario a nivel del colegio y del liceo. Situado en la encrucijada de disciplinas, el paisaje permite cruzar las miradas y mostrar a la vez la especificidad y la fuerte interacción entre las disciplinas: geografía, geología, ecología, ambiente, riesgos naturales, etc... El análisis de los paisajes pone el acento también sobre la dinámica de los sistemas naturales: ya sea abordado bajo el ángulo

geológico, geográfico o botánico, el paisaje es sólo el resultado de una historia pasada y es llevado inevitablemente a transformarse.

El reconocimiento de los grandes conjuntos geológicos en un paisaje, se apoya esencialmente sobre las formas del relieve, ellas mismas ligadas a la naturaleza y a la estructura de las rocas.

Luego de haber identificado los principales conjuntos rocosos a partir de su aspecto en el paisaje (color, forma, estructura), el geólogo se dedica a precisar sus relaciones espaciales a partir de construcciones geométricas elementales (superposición, recorte, etc.). Busca los indicios que le permitirán comprender el paisaje en un contexto geodinámico preciso (divergencia, convergencia) y reconstituir eventualmente la historia regional. Sin embargo, en su trayecto de observación y de deducción, el geólogo recurrirá necesariamente a criterios de reconocimiento tomados de otras disciplinas. En ausencia de afloramiento, es a menudo la cubierta vegetal fuertemente ligada al sustrato la que permitirá distinguir un terreno calcáreo de un terreno margoso, una roca silícea de una roca carbonatada.

En cuanto al ecólogo, él identifica en el paisaje el grado de desarrollo y la diversidad de la cubierta vegetal. Pone en relación la repartición de la vegetación y su control por la estructura, con la naturaleza de las rocas (relieves, altitud, exposición y naturaleza del sustrato). Hace resaltar igualmente la acción del hombre sobre el medio natural (cultivos, incendios, etc.).

Para el geógrafo, la lectura del paisaje permite identificar y localizar las principales unidades topográficas, la organización del escurrimiento de las aguas, la ocupación humana y la valoración del espacio (agricultura, hábitat, implantación de las vías de comunicación, etc.) Todos estos elementos pueden ser

directamente puestos en relación con la geología.

Finalmente, cualquiera sea la aproximación disciplinaria, la lectura de los paisajes recurre a herramientas y técnicas específicas (cartografía, croquis, maquetas, modelos numéricos de terreno, fotografías aéreas, imágenes satelitales, ...) que son otros tantos vínculos con los dominios de la tecnología, la informática y las artes plásticas.

La presencia o ausencia de suelo, el modo de circulación del agua, la forma y exposición de los relieves, están ligadas al contexto geológico. La geología rige la repartición de la biosfera y ejerce un control directo sobre el desarrollo del hábitat, de los cultivos y de la industria. Introducido por una aproximación geológica, el análisis de los paisajes es, pues, un dispositivo pedagógico fundamentalmente inclinado hacia la interdisciplinaridad.

M. CORSINI y L. LÓPEZ

*Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels*

-----00000-----

### **LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS Y SU MODO DE RAZONAMIENTO EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

El estudio de lo que dicen o escriben los alumnos, de la escuela o el liceo y aun más adelante, muestra que algunas de sus ideas erróneas perduran, a pesar de lo que aprenden en el curso de ciencias; y esto es verdad para la geología como para las otras disciplinas científicas. Se sabe, desde que las investigaciones en didáctica de las ciencias se han desarrollado, en la década de 1980, que estos "errores" persistentes no pueden ser asignados simplemente a una falta de trabajo de los alumnos o de enseñanzas imprecisas. Son los saberes mismos que resisten a los aprendizajes, porque estos saberes van a menudo en contra de nuestras maneras usuales de razonar. Bachelard (1938) nos había alertado, sin

ser siempre entendido por los pedagogos: el pensamiento común, del cual uno se sirve en la vida cotidiana, hace a menudo de obstáculo al acceso a los saberes científicos; contrariamente a lo que se entiende demasiado a menudo, la geología, como las otras ciencias, no es sólo un asunto de buen sentido, muy por el contrario.

Interesarse en las concepciones de los alumnos en ciencias de la Tierra, es intentar comprender cómo ellos abordan los problemas geológicos, antes, durante y después de una enseñanza, e intentar explicar las razones de la resistencia de estas concepciones a la enseñanza. El fin de esta presentación no es hacer una síntesis de los trabajos conducidos, en Francia y en el extranjero, sobre las concepciones de los alumnos en ciencias de la Tierra. Queremos presentar simplemente, a partir de algunos ejemplos, el principio mismo del estudio de las concepciones de los alumnos y el interés que él presenta para la enseñanza, pero también para la epistemología de la disciplina; mostrar también cómo, detrás de las regularidades encontradas en las producciones de los alumnos o de los estudiantes, se pueden identificar los modos de razonamiento más frecuentemente movilizados por ellos y que pueden oponerse a su entrada en las problemáticas geológicas.

Para organizar esta presentación, nos apoyaremos en una particularidad importante de las ciencias de la Tierra, que es su doble aproximación (Gohau, 1997; Orange, 2003):

- por una parte son las “ciencias funcionalistas”, que intentan dar cuenta de fenómenos ligados al funcionamiento de la Tierra;
- por otra parte, son las “ciencias históricas” cuya finalidad es dar razón de acontecimientos de la historia de nuestro planeta.

Estas dos aproximaciones, complementarias, no ponen en juego los

mismos modos de razonamientos y no presentan, por lo tanto, las mismas dificultades para los alumnos.

Proponemos aquí dos maneras de ver sobre las concepciones de los alumnos en ciencias de la Tierra. La primera se relaciona con la geología funcionalista y se limitará a un ejemplo, el de la concepción magmática de la Tierra; ésta será la ocasión de explicitar algunos principios del estudio de las concepciones. La segunda presentará algunas dificultades que tienen los alumnos al entrar en las problemáticas de la geología histórica.

**Un ejemplo de concepción resistente en geología funcionalista: la concepción magmática de la Tierra.** Diferentes estudios didácticos han mostrado que, desde el momento en el cual los alumnos toman conciencia de un funcionamiento interno de la Tierra –es decir a partir del final de la escuela elemental- ellos se representan la Tierra como estando constituida por una amplia parte de magma. Este magma puede ocupar el lugar del manto o, a veces, el centro del planeta; es considerado por los alumnos como siendo el origen de las erupciones volcánicas.

Los documentos de la Figura 1 presentan dos producciones: la primera es la de un alumno del final de la escuela primaria, en el comienzo de un trabajo sobre los volcanes; el segundo (Orange, 1995) ha sido elaborado por un alumno de primero S (que ya estudió el volcanismo en el colegio) en los primeros momentos de la enseñanza de la geología en esta clase. Se encontrarán ideas comparables en los de los titulares de un bachillerato científico y aun en los estudiantes en biología-geología.

Esta manera de ver el funcionamiento de la Tierra se opone a lo que de ella dicen los especialistas de ciencias de la Tierra y los docentes; sin embargo, resiste a las enseñanzas hasta la universidad.

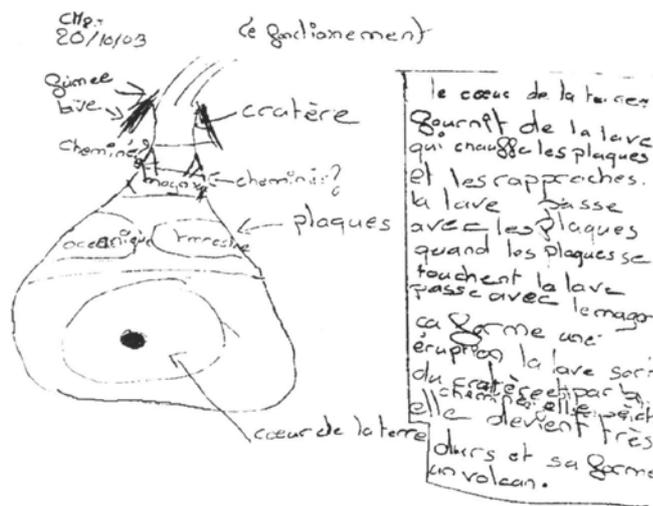
**La significación de esta concepción magmática.** Estudiar este tipo de concepción desde un punto de vista didáctico, es decir interesándose en los aprendizajes de los alumnos y en sus dificultades, demanda dejar atrás numerosas ideas sencillas sobre la cuestión.

El hecho que los alumnos expresen tales concepciones magmáticas no es molesto porque ellas sean contrarias a los datos de los estudios sísmicos; esto sólo

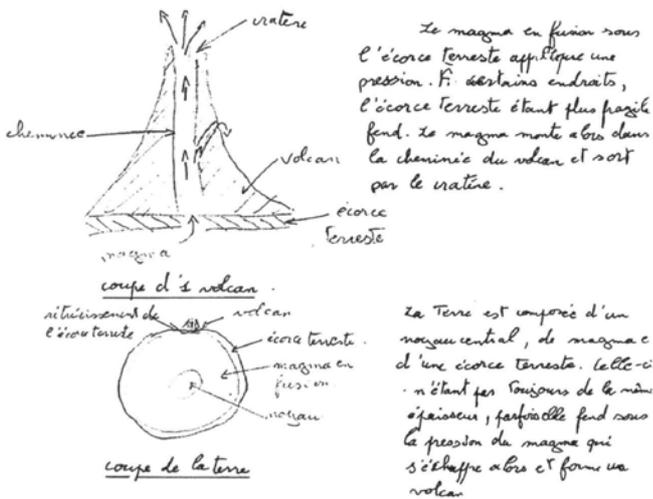
que, para los geólogos, se trata ante todo de explicar la formación de este magma en tal o cual lugar. La etapa no es, por lo tanto, hacer pasar los alumnos de una idea falsa a una idea verdadera, sino de una problemática a otra problemática más rica.

No habría que ver en la resistencia de estas concepciones magmáticas de enseñanzas erróneas o deficientes; si tantos alumnos comparten esta concepción, cualquiera sea la enseñanza seguida, de la escuela a la universidad, es que ella no revela imprecisiones didácticas; ella traduce una verdadera dificultad de aprendizaje.

Esta concepción no es una futilidad que traduciría una falta de reflexión de los alumnos. Interesarse en las concepciones de los alumnos, no es detectar las necesidades. Esta concepción perdura, hasta el liceo y más allá, porque ella corresponde a una respuesta inteligente, aun cuando es contraria al saber científico actual. Es esta inteligencia que se debe intentar comprender, para poder ayudar a los alumnos a dejarla atrás.



Producción de un alumno de "curso medio" al comienzo de un trabajo sobre los volcanes



Producción de un alumno de primero S antes de la enseñanza

sería un detalle. Lo que es importante es que, con esta idea de manto líquido, la problemática del volcanismo se limita a la cuestión de la salida del magma, mientras

**Las razones de la resistencia de la concepción magmática de la Tierra.**

Se puede explicar el carácter muy resistente de esta concepción por un cierto número de razones, complementarias. He aquí algunas:

1. La idea que el interior de la Tierra es muy caliente no es problema para los alumnos, aun jóvenes; ahora bien, para el pensamiento común, fusión y temperatura están fuertemente ligados porque, en la vida corriente, el pasaje sólido-líquido está controlado únicamente por la temperatura; esto, asociado al hecho que las lavas son "roca fundida", conduce a pensar en un interior de la Tierra en fusión. Esta visión de las cosas es reforzada por la iconografía de muchos manuales o de documentales que representan el interior de la Tierra en rojo (porque está caliente), lo que el lector traduce por "fundido".

2. Se reconoce, en esta concepción, una tendencia muy general, que los didácticos de la física nombran “razonamiento lineal”, y que consiste en sólo considerar un único parámetro –aquí la temperatura– para explicar un fenómeno o un funcionamiento.

3. La idea de un manto líquido tiene un fuerte poder explicativo, ya se trate del origen del magma, por supuesto, pero también de la localización de los volcanes (sobre las zonas de “debilidad” de la corteza) y aun de la dinámica de las placas (convección, movimiento de las placas). Aceptar la idea de un manto sólido complica muchos problemas de geodinámica interna si la problemática se vuelve entonces más rica, ella es menos tranquilizadora.

Todo esto indica que esta concepción tiene que ver con lo que Bachelard nombraba un “obstáculo epistemológico”: un conocimiento que bloquea la progresión de los conocimientos.

### **Consecuencias para la enseñanza.**

Delante de la dificultad de los alumnos de dejar atrás la idea de una Tierra en fusión, no es suficiente con decirles la “verdad”, ni aun con mostrarles los resultados de los estudios sísmicos. Es necesario hacerlos ir al extremo de su lógica en situaciones de aprendizaje concebidas para ayudarlos para hacer una “revolución científica”, correspondiente al cambio de problemática apuntando más alto. Esto demanda, lo más a menudo, el emplazamiento, sobre momentos restringidos, pero intelectualmente intensos, de verdaderos “debates científicos en la clase” (ver Orange y Orange, 1993). Notemos que el hecho de haber admitido la naturaleza sólida del manto, no permite escapar completamente a la lógica que la subtiende. Porque el manto sólido complica mucho las cosas, como lo hemos dicho. Así, alumnos del liceo, conscientes luego de la enseñanza de la naturaleza

sólida del manto y puestos delante del problema de tener que explicar el origen del magma de las zonas de subducción, van ellos generalmente a ponerse de acuerdo sobre la idea siguiente: las placas frotan una sobre otra, lo que hace aumentar localmente la temperatura y provoca la fusión. La temperatura se mantiene todavía el único parámetro que ellos toman en cuenta. Es, pues, en una sucesión de problemas específicos (subducción, pero también acreción, etc.) que la concepción magmática y los razonamientos asociados deben ser retomados y trabajados.

### **Los alumnos frente a problemas de geología histórica.**

La geología histórica emplaza una relación compleja entre presente y pasado. Por una parte, el pasado es utilizado para explicar el estado actual de la Tierra (relieve, repartición de los continentes, relaciones petrográficas...). Por otra parte, en la medida en la cual la geología rechaza las explicaciones catastrofistas simplistas, el funcionamiento actual de la Tierra sirve para explicar los acontecimientos y fenómenos pasados por la puesta en juego del principio del actualismo.

Por poco que se preste atención a la manera en la cual los alumnos, de la escuela o liceo, hacen funcionar las explicaciones en geología histórica, parece que estas relaciones complejas entre presente y pasado son difíciles de comprender por ellos. Esto puede tomar formas diversas; nos limitaremos aquí a algunos modos de razonamiento particularmente difundidos.

### **El obstáculo del “estado estable”.**

A menudo los docentes se ven asombrados por las dificultades de los alumnos a proponer una explicación a tal o cual particularidad de un paisaje geológico (colina, acantilado...): muchos colegiales parecen también no comprender la cuestión y sólo proporcionan una respuesta para llenar su “oficio de alumno”. Esto se debe a que ellos no consideran como

posible que este paisaje tenga una historia; para ellos, esto siempre ha sido así, lo que no exige, por lo tanto, explicación alguna.

De la misma manera, la idea que una roca puede tener su historia, no es evidente para los alumnos (Goix, 1995); la cuestión del origen de una roca carece de sentido para ellos.

Una forma particular que este obstáculo puede tomar es el “artificialismo”: el acantilado, por ejemplo (Deunff *et al.*, 1990), es pensado como el producto de la actividad humana. El vínculo con la idea de “estado estable” es el siguiente: si las cosas “naturales” no se mueven, sólo el hombre puede actuar sobre el ambiente.

#### **El obstáculo de la transformación fácil.**

La idea de “estado estable” presentada más arriba tiene su doble, simétrico: la “transformación fácil”. Y los alumnos, a menudo, son llevados, en los problemas de geología histórica, a utilizar una u otra.

Alumnos de segundo, por ejemplo, ubicados delante del problema del origen de la vida, tienen muchas dificultades en concebir este origen (Orange, 2004). Entonces pueden, admitiendo la idea de evolución, refugiarse en la fijeza del mundo viviente:

*“Los vegetales, si, yo estoy seguro que ellos han sido siempre... en fin, bueno... en fin yo estoy seguro... Para mí, ellos han existido siempre. Pero los animales, yo no sé cómo... Porque es necesario que haya una reproducción, pero para que haya una reproducción, es necesario que haya... que haya habido... ¡Es necesario que haya alguna cosa, en efecto! (palabras orales de un alumno, transcriptas).*

Otra solución: poner en juego transformaciones, que se desarrollan sin demasiadas tensiones, si no es una cierta presión del ambiente:

*“Pero, yo no sé, bajo forma de bacterias qué se hacen luego, después*

*ellas se vuelven peces y como por ejemplo las ... Yo he visto en un museo los anfibios, luego después, como allí había menos agua, ellos vinieron sobre la tierra, pero yo no sé si ...” (palabras orales de otro alumno, transcriptas)..*

Esta alternativa entre un fijismo y un transformismo existe para las cuestiones de evolución desde el ciclo 3 de la escuela elemental (Crépin, 2003).

La idea de transformación, movilizadora por todos o parte de los alumnos, podría dejar pensar que ellos comprenden la evolución. Pero un estudio preciso de las explicaciones que ellos proponen muestra que ellos no señalan ninguna de las tensiones fuertes que fundan el concepto de evolución; como las correspondientes al concepto de especie y a la estabilidad de las especies por la procreación. La evolución de la cual hablan es a menudo una transformación progresiva de individuos, como en ciertos dibujos animados de vulgarización, de los cambios provocados directamente por el medio (lamarckismo sencillo). En todos los casos, esto se hace tranquilamente y, si el tiempo es necesario, es justo para dar un poco más de amplitud a la transformación. He aquí, por ejemplo, lo que escribe un alumno de Terminal S, después del curso sobre evolución (Fortín, 2000): *“La vida sobre la Tierra apareció primeramente bajo forma de partículas submarinas que, en la sucesión del tiempo, se han desarrollado para dar peces. Estos mismos peces han comenzado a salir del agua arrastrándose. Su cuerpo se transformó, y en la sucesión de los siglos se han cambiado en cuadrúpedos que los llamamos dinosaurios”*. Ninguna tensión biológica se ha tomado en cuenta.

Otro dominio en el cual estabilidad y transformación se combinan en las explicaciones de los alumnos es el de la tectónica. Hemos estudiado, por ejemplo (Orange, 2003), cómo los alumnos de liceo (Primero S) explicaban, antes de la enseñanza, el emplazamiento de las ofiolitas. Estos alumnos comparan

fácilmente ciertos aspectos del Chenaillet con una dorsal actual y explican así la formación de las diferentes rocas que se encuentran allí. Todos reconocen en las ofiolitas un trozo de litosfera oceánica, pero pocos de ellos imaginan fenómenos tectónicos y orogénicos para explicar su situación actual. Para muchos, el relieve montañoso es sólo una dorsal emergida con conservación de la forma. Así, un actualismo que se puede calificar de analogía (Orange, 2003) es movilizado en la comparación de las ofiolitas en un antiguo piso oceánico; pero la emersión es vista como un movimiento fácil (retiro del agua o elevación de la corteza), más o menos brusco (una especie de “catástrofe suave”?), sin que parezca indispensable ninguna tectogénesis. Ningún actualismo “de segundo nivel” (ibídem), aquel en el cual un largo tiempo es necesario para producir fenómenos de gran amplitud a partir de “causas actuales”, no es evocado.

Se puede sintetizar los modos de explicaciones movilizados más a menudo por los alumnos, en problemas de geología histórica, de la manera siguiente:

- si se acepta el caso de fijismo total, sus explicaciones combinan transformaciones y conservaciones; en esto ellos siguen las reglas generales de las explicaciones científicas (Piaget, 1973) y pueden parecerse a las explicaciones de los geólogos;
- pero, en las explicaciones de los alumnos, esto son “cosas” (rocas, dorsales...) que se conservan, mientras que para los geólogos son, sobre todo, procesos: movimientos tectónicos, mutaciones, sedimentación... Es lo que distingue el “transformismo” del actualismo. En particular, el “transformismo” no rechaza el catastrofismo, más o menos violento, puesto que no presenta ninguna tensión sobre los procesos.

**¿Historias de la Tierra o una Historia de la Tierra?** Para resumir las dificultades que encuentran los alumnos delante de los problemas de geología histórica, se puede recordar que la geología toma su sentido en una tensión fundamental entre pasado y presente que corresponde al rechazo metodológico del catastrofismo y a la adopción del actualismo; haciendo esto, es tensión emplazar un tiempo largo, “productor de fenómenos” (Orange, 2003). Los alumnos evitan esta tensión por tres tipos de facilidades que combinan según los casos: la del “estado estable”; la de la “transformación fácil”: la del tiempo largo “mágico”, que vuelve todo posible, o casi, sin la tensión de las causas actuales.

Un análisis rápido de lo que ellos dicen o escriben podría dejar pensar que han comprendido las problemáticas geológicas; pero los estudios más precisos (Ravachol Orange D., 2003) muestra que si ellos cuentan historias de la Tierra, su incompreensión de la tensión fundadora les impide acceder a una verdadera Historia de nuestro planeta.

**Conclusión.** A partir de algunos ejemplos, hemos querido mostrar que, cuando se los pone delante de los problemas geológicos, los alumnos se interesan en ellos y buscan explicaciones. Muy generalmente llegan, a encontrar soluciones, algunas próximas de los saberes geológicos actuales, otras semejantes a soluciones admitidas en el pasado (es el caso de la concepción magmática de la Tierra). Pero sus soluciones no toman en cuenta ciertas tensiones, importantes, unas empíricas –la existencia de un manto sólido, por ejemplo–, otras metodológicas, como el principio de las causas actuales. Esto les impide entrar en problemáticas propiamente geológicas.

Volvamos a lo que decíamos al comienzo: no se trata de estigmatizar las concepciones y las explicaciones de los alumnos; ellos son la prueba de una inteligencia cierta. Pero la geología, como

las otras ciencias y aun más que ellas, por sus aspectos históricos, no es simple. Tomar conciencia, por el estudio de las concepciones y de los modos de explicación de los alumnos de estas dificultades, es darse los medios para ayudarlos a superarlas.

Ch. ORANGE y D. ORANGE

Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels

-----00000-----

### **LA PRÁCTICA DE TERRENO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA**

Desde el primario a la universidad, la salida al terreno aparece, de manera evidente, como absolutamente necesaria e indispensable al conjunto de los docentes en ciencias de la Tierra. En lo sucesivo inscripta en los programas de enseñanza secundaria, la salida pedagógica sobre el terreno marca el refuerzo de la aproximación naturalista frente a la abstracción de los grandes modelos teóricos. Ella tiene por objetivo identificar con los alumnos los indicios de la dinámica terrestre y comprender los grandes fenómenos geológicos que le están asociados (erosión, volcanismo, tectónica de placas, cambios climáticos, etc.). Para los docentes de las otras disciplinas, ella aparece, demasiado a menudo todavía, como una salida "recreativa". En efecto, ¿quién de entre nosotros no ha oído ya alguna vez de parte de sus colegas no naturalistas: "¡Qué suerte tiene usted! Se va de paseo...". Es, pues, muy importante definir precisamente los objetivos pedagógicos específicos y fundamentales de las salidas al terreno y subrayar, para el conjunto de la comunidad de docentes, los beneficios extraíbles de ese momento privilegiado de la formación en ciencias de la Tierra.

La diversidad y la complejidad de las informaciones reveladas por las observaciones hechas sobre el terreno, hacen que la salida sobre el terreno sea una actividad difícil. Los principales

obstáculos están ligados a las escalas (de tamaño y de tiempo) de los fenómenos que se van a describir, analizar, interpretar y modelizar. Estos obstáculos son reforzados por la marcha científica misma en ciencias de la Tierra que necesita de idas y vueltas incesantes entre las diferentes escalas de observación posibles, desde la del átomo a la del planeta. Para hacer tomar conciencia a los alumnos de las escalas reales de los objetos y fenómenos que se les presenta a través de documentos en clase, la confrontación directa es todavía el medio más simple y sobre todo el más eficaz. Como esto ha sido debatido y mostrado en el curso del primer congreso sobre "la enseñanza y la vulgarización de las ciencias de la Tierra de la escuela a la universidad" organizado por la asociación Curas (14-16 de mayo de 2003 en Niza), estos obstáculos son a menudo los mismos que se dirigen a alumnos del primario, del secundario o a estudiantes de la universidad.

Así, en el curso de la salida sobre el terreno, las escalas de trabajo inmediatamente accesibles van desde el paisaje a la muestra pasando por el afloramiento. Es posible, por lo tanto, hacer aprender directamente la noción de espesamiento cortical como marcador de la colisión continental por la observación *in situ* de un punto de vista en los Alpes. De la misma manera, se pueden aprender las escalas de tiempo a través de la datación relativa de objetos geológicos (fallas, discordancias) visibles en la escala del afloramiento. Finalmente, se puede fácilmente hacer descubrir los principales constituyentes litológicos (rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas) y su composición mineralógica por medio del muestreo de rocas *in situ*. Esta etapa inicializa un trabajo ulterior en la clase o en el laboratorio. Los estudios necesitan entonces aparatos (calcímetro, tamices, microscopio óptico y electrónico...) y podrán ser realizados directamente por los alumnos mismos después de la salida de

terreno sobre las muestras recolectadas por ellos. Esta etapa del terreno a la clase es más rica en enseñanza que la que consiste en examinar las muestras etiquetadas en cajas, aun de láminas delgadas enumeradas, desconectadas de su contexto y que se las debe dibujar y memorizar con vistas al próximo control-examen-diploma. De ese modo, los alumnos son actores de su aprendizaje y de la construcción de su saber.

En fin, es necesario subrayar que en la ocasión de las salidas sobre el terreno, las relaciones entre profesores y alumnos evolucionan positivamente. Los alumnos aprenden a descubrirse mutuamente, lo que es muy benéfico para el ambiente de clase, sobre todo en la proximidad de los diplomas-concursos... Nos proponemos ahora examinar rápidamente la práctica de la salida de terreno en todos los niveles de nuestro sistema educativo.

**En la escuela elemental.** En los nuevos programas de la enseñanza primaria (BO del 14/02/2002), las ciencias de la Tierra forman parte integrante de las enseñanzas de las Ciencias y Tecnología (trazas de evolución de los seres vivientes, grandes etapas de la historia de la Tierra, trayecto y transformaciones del agua en la naturaleza, manifestaciones de la actividad de la Tierra). Además, una salida de terreno es preconizada en todos los niveles en las instrucciones oficiales. En el ciclo 3 (CE2 a CM2), ciclo de las profundizaciones, las ciencias de la Tierra son encaradas como "ciencias experimentales" y la pedagogía de las enseñanzas científicas debe ser en particular "apoyada sobre la experiencia concreta". Ahora bien, la salida de terreno es el primer lugar de experimentación en ciencias de la Tierra. Ella se mantiene igualmente un momento privilegiado de interdisciplinaridad entre disciplinas científicas pero igualmente con la geografía (lectura del paisaje), la educación cívica (educación al ambiente), la educación física y deportiva. En ocasión de la salida, será posible hacer nacer en los

alumnos cuestiones que permitirán construir de manera más activa los conocimientos y así hacerlos asimilar mejor. La salida de terreno constituye un punto fuerte que permite confrontar los sistemas explicativos de los alumnos a la realidad percibida: por ejemplo, los niños piensan generalmente que los fósiles son animales que se han "posado" y aun "incrustado" en la roca antes de morir. Para ellos, la roca preexiste. Observando en el terreno que los fósiles están en el seno mismo de la roca, sin traza de pasaje, el maestro podrá hacer comprender y aceptar, al menos a algunos, la necesidad de un razonamiento más complejo que su razonamiento espontáneo simplificador. Los alumnos serán llevados, pues, a cuestionarse algunas de sus representaciones (y aun su visión del mundo según los casos). Al regreso, ellos propondrán experiencias para testar sus nuevas hipótesis. De todas maneras, se debe proponerles actividades de investigación, de superación, de generalización para no dejarlos encerrar en su vivido sensible. El comportamiento de los alumnos cambiará poco a poco, al mismo tiempo que se anclan en lo real los conceptos sobre los cuales trabajan.. Con el fin que la salida de terreno alcance los objetivos fijados, el maestro debe prepararla con cuidado, prever actividades concretas donde el alumno va a poder testar, observar, experimentar, recolectar, aun vivir una situación, dibujar para afinar la observación...

**En el colegio y en el liceo.** Las ciencias de la Tierra aparecen como una parte de la enseñanza de las SVT y la importancia de su enseñanza ha sido aumentada por la existencia de una prueba de ciencias de la Tierra en el bachillerato de la hilera científica, a continuación de la reforma de los programas. En el colegio, la enseñanza de las ciencias de la Tierra se hace esencialmente al nivel del ciclo central (quinto y cuarto) y los programas indican que se debe privilegiar el estudio de un

ejemplo local o regional a partir de una salida. La salida es obligatoria y ella debe ser realizada al comienzo de la parte del programa: "La Tierra cambia en superficie", en el preámbulo a la totalidad de las enseñanzas de las ciencias de la Tierra dispensadas al colegio.

En el liceo, en la enseñanza de primero S, la salida de terreno forma parte integrante del programa de ciencias de la Tierra y es instituida en "clase de terreno". De la misma manera, los nuevos programas doblan el tiempo consagrado a la salida de terreno en las clases preparatorias superior y especial. Biología-Química-Física-Ciencias de la Tierra (BCPST)-Veto. La clase de terreno será, por ejemplo, el momento ideal para hacer determinar por los alumnos mismos, los principales compuestos mineralógicos de la corteza (feldespatos, cuarzo, anfíboles, piroxenos, granates, micas, calcita, minerales arcillosos...) y aun del manto (olivina, piroxeno). Así se podrá ayudar a concretar la noción de litosfera, tan importante para las partes del programa que tratan de la tectónica de placas, y torcerle el cuello a la representación, demasiado a menudo todavía presente en el espíritu de los alumnos, de un manto líquido.

En el colegio y liceo, la clase de terreno debe ser igualmente un momento privilegiado de interdisciplinaridad entre las ciencias e la Vida y de la Tierra. Esta disciplinaridad es igualmente requerida de los "itinéraires de découverte" en el colegio (IDD), de los "travaux personnels encadrés" en el liceo (TPE) y de los "travaux d'initiative personnelle encadrés" en clases preparatorias en las grandes escuelas (TIPE), que son otras tantas ocasiones de proponer a un número restringido de alumnos, sujetos en relación con las ciencias de la Tierra y basados sobre el terreno. Los sujetos propicios a una puesta en situación sobre el terreno deberían poder ser alentados. Algunos alumnos de terminal o de BCPST

motivados por temas con componente geológica han podido beneficiarse con un acompañamiento científico por universitarios. Esto ha sido, a menudo, determinante en la elección de su curso.

**En la universidad.** Las salidas y las pasantías de terreno son evidentemente tiempos fuertes que puntúan, desde los primeros años y en todos los niveles, la enseñanza de los cursos de las ciencias de la Tierra. En revancha, la situación es mucho más contrastada para la enseñanza de las ciencias de la Tierra en las hileras científicas que desembocan sobre los concursos de la enseñanza. Demasiado a menudo, las salidas de terreno son raras, a veces aun ausentes y reservadas a los últimos años (en la maestría esencialmente) de los cursos llamados de "Biología general y ciencias de la Tierra". Sin embargo, no hay necesidad de convencer a los docentes-investigadores de la utilidad de esta práctica pedagógica. Finalmente, es forzoso constatar que la pluridisciplinaridad es difícil de emplazar y sin embargo es absolutamente necesaria para estos futuros docentes que ellos mismos deberán dominarla y emplazarla una vez frente a sus alumnos. La creación, estos últimos años, de licencias pluridisciplinarias, ha permitido, sin embargo, desarrollar este tipo de aproximación para los futuros profesores de las escuelas. La salida de terreno está igualmente integrada a la formación de los futuros maestros en las IUFM (PE1 y PCL1). En la universidad y en el IUFM, la salida de terreno sirve para pasar nociones y concretar ciertos conceptos vistos en el curso, exactamente como en el primario y el secundario; pero ella debe dar igualmente a todos los estudiantes, y no únicamente a los futuros geólogos, reales herramientas metodológicas de trabajo de terreno. Uno de sus objetivos mayores debe ser, por lo tanto, formar los futuros docentes en la observación y análisis de cualquier paisaje, afloramiento o muestra. El trabajo de terreno es frecuentemente

organizado bajo la forma de pasantías de varios días que favorecen la inmersión en la, o las, disciplina(s) y refuerzan la cohesión de los grupos. Estas pasantías son a veces propuestas desde la entrada universitaria a fin de sacar un máximo beneficio, y a todo lo largo del año, de los saberes construidos sobre el terreno y de la convivencia creada en esta ocasión.

**En la formación continua de los docentes.**

Finalmente, se requiere igualmente considerar la salida de terreno como una herramienta indispensable de la formación continua de los docentes en ciencias de la Tierra. En efecto, en la óptica de la reactualización de los conocimientos y en la de la familiarización de los docentes ya en actividad con las prácticas de terreno, es inconcebible no proponer sistemáticamente pasantías de formación incluyendo una parte de terreno. En verdad, el carácter puntual de la salida de terreno en la enseñanza primaria y secundaria no permite a los docentes tener una real práctica de terreno. La formación universitaria de algunos de estos docentes no los ha preparado, o muy poco, porque a veces han surgido de cursos científicos cuya formación en ciencias de la Tierra está ausente (Biología celular, Bioquímica, Matemáticas...), aun de cursos no científicos para los docentes del primario. Estos docentes se encuentran desprovistos de ella y su tarea pertinente les es muy difícil: ¿cómo pueden transmitir un mensaje que ellos no han recibido? De ese modo, es posible aún encontrar en algunos de ellos, representaciones tan erróneas como las de niños de la escuela elemental. Y, para otros, son necesarios complementos de formación en función de las lagunas de sus recorridos o de las modificaciones de los programas de enseñanza.

En la hora actual, se emplazan proyectos en el marco de la formación con destino a los docentes. Así, por iniciativa del Rector de la Academia de Aix-Marseille, en compañía con el Rector de

Niza, las universidades de Provence (Aix-Marseille I) y de Nice-Sofía Antipolis y en unión con la Inspección General, se emplaza un centro de formación en la enseñanza de la geología (CeFEG). El CeFEG es un centro permanente de formación, a través de la práctica de terreno en región PACA, notablemente para los docentes del secundario. Intervienen principalmente sobre los temas mayores de los programas de enseñanza de la geología en el liceo (aproximación del tiempo, variaciones climáticas, divergencia y convergencia litosférica) a partir de los recursos geológicos de la región de Marseille, de Nice y de Briançon. Nos ocupamos aquí en subrayar esta iniciativa porque es una respuesta “institucional” a una necesidad apremiante que ofrece una herramienta, puesta a punto en colaboración con científicos, a la formación continua de los profesores (plan académico de formación). Por supuesto que existen otros numerosos proyectos, que han surgido del medio asociativo: sociedades de sabios y asociaciones de difusión y vulgarización científica.

Como lo han comprendido bien los responsables de los programas escolares y universitarios, la salida de terreno es una etapa esencial en la enseñanza de las ciencias de la Tierra para luchar contra las falsas representaciones ligadas a los problemas de escala espacial y temporal. Estas falsas representaciones existen en los alumnos del elemental y perduran a menudo hasta la edad adulta, inclusive en algunos docentes. A este respecto, la formación de los jóvenes adultos, en la universidad y en el IUFM, y la de los profesores, en formación continua, es fundamental y debe comportar un volante naturalista basado sobre las salidas sobre el terreno. No obstante, no se puede terminar este panorama de las prácticas pedagógicas de las actividades de terreno sin evocar la “pequeña piedra” en el calzado del geólogo de terreno, a saber la cuestión de los medios. En todos los niveles de la enseñanza, se opone a la lógica pedagógica

una lógica estrictamente contable. Es por ello que resulta primordial subrayar que el terreno está mucho más cerca que lo que uno se imagina y que se subestiman las riquezas del patrimonio geológico local. Es muy evidente que se mantiene siempre imposible observar con alumnos el zócalo en la región parisina o el fondo oceánico fuera de Chenaillet. Entonces, a través de la creación de estructuras federativas como el CeFEG, la mutualización de los medios y de las competencias entre establecimientos escolares, academias, universidades, rectorados se puede contribuir a facilitar el acceso de todos al terreno. Aun se puede desear que estas estructuras, que favorecen los intercambios entre docentes de todos los niveles, contribuyan a hacer entrar más todavía la pedagogía en la universidad y a frenar el desamor de los alumnos por las hileras científicas.

Ph.MUNICH, A. CERDAN y C. MONIER

*Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels*

-----00000.....

### **¿POR QUÉ LA PEDAGOGÍA CONCIERNE A LOS GEÓLOGOS?**

En la Universidad, estamos en la actualidad ampliamente informados de la desafección de los estudiantes frente a las disciplinas científicas, y esto se produce inoportunamente en una época en la cual las ciencias de la Tierra recurren cada vez más a las ciencias “duras”. Además, en los liceo y los colegios, una cierta falta de interés se manifiesta siempre por nuestra disciplina. Ese relativo desinterés está ligado a la reticencia que los docentes ponen en invertir en la “T” de las “SVT”. En descargo de nuestros colegas del segundo grado, es bueno reconocer que los programas, y sobre todo las obras propuestas, se han apoyado y se apoyan todavía ampliamente sobre las de las enseñanzas universitarias, y que no les es fácil organizar salidas sobre el terreno.

Paradójicamente, todos los públicos, y entre ellos especialmente los

alumnos del Primario, son interpelados por los aspectos espectaculares de nuestra disciplina. En efecto, la actualidad relatada por los medios pero también los documentales, vehiculizan un fuerte contenido geológico que no deja indiferente al público más amplio.

Esto conduce a constatar que ninguno de los públicos a los cuales nos dirigimos, desde la escuela a la universidad, no llega virgen de ideas (conceptos, concepciones, representaciones) a nuestras enseñanzas. Cada uno ya tiene su idea sobre el contenido magmático del interior de la Tierra, la manera en que las aguas circulan en las cavernas del subsuelo o sobre el origen del hombre prehistórico y su eventual cohabitación con los dinosaurios. ¿Es posible, para nosotros los especialistas (en otra época se habría dicho los sabios) contribuir a interesar a los más jóvenes en nuestra ciencia y esto en qué nivel de enseñanza?

Una frecuentación asidua desde hace más de 10 años de clase de escuela primaria, de clases de segundo grado menos frecuentemente y, la más habitual para nosotros, de los estudiantes de la universidad, nos ha convencido completamente de la necesidad de tomar conocimiento, ante toda enseñanza, de las concepciones de nuestros públicos. A este respecto, uno de nosotros se recuerda de la satisfacción de un eminente investigador del CNRS que no sabía demasiado como iniciar un curso de informática cuyo cargo había aceptado y que había tenido la modestia de colocar un aviso. Alentado a interrogar a sus estudiantes de lo que era para ellos la informática, y anotando en el pizarrón la variedad de respuestas, no sólo había identificado las concepciones erróneas a desconstruir, sino también toda la trama de su enseñanza futura.

No insistiremos más aquí sobre la necesidad de reservar una pequeña parte del tiempo de la enseñanza con el propósito de tomar la medida de la idea ya

recibida, o ya concebida, por nuestros públicos sobre todo tema nuevo abordado. Porque, ¿cómo la profesora de cuarto habría sabido que un afloramiento podía ser “un campo de flores” o bien todavía “una fuente o una confluencia” si ella no hubiera previamente planteado la cuestión a sus alumnos?. El conocimiento de estas ideas recibidas permite sin ninguna duda evitar de dispensar enseñanzas respecto de las cuales nuestros públicos nunca adherirán totalmente.

Pero, más allá de la toma en cuenta de las concepciones de nuestros públicos en nuestras enseñanzas, ¿cuál puede ser el aporte de los universitarios a una difusión de calidad de las ciencias de la Tierra? Es la pregunta a la cual quisiéramos aportar algunos comienzos de respuestas.

Primeramente hay la necesidad de establecer, lo más claramente pero también lo más completamente posible, la trama de los conceptos de nuestra disciplina para determinar en ella, a la vez, lo que es específico y su arquitectura lógica. Actualizar la organización de la disciplina necesita una reflexión permanente entre especialistas y no especialistas. Ninguna verdad científica decretada es aquí necesaria. Muy por el contrario, cada una de nuestras reflexiones individuales de universitario, confrontada a la práctica de todos los docentes en ciencias de la Tierra, permite identificar lo que es incontorneable en la disciplina y lo que no lo es, volviendo así nuestra disciplina más atractiva, podándola sin desnaturalizarla.

En la puesta en práctica de la enseñanza alrededor de los polos incontorneables precedentemente identificados, es esencial que los universitarios puedan ponerse a disposición de sus colegas del primer y segundo grado. No para dispensar cursos magistrales (existen ya estructuras para esto), sino para escuchar y responder en el plano científico cuando se le demande. Asistir en el fondo de la clase sin imponerse ni intervenir sin ser expresamente solicitado, permite apuntar

precisamente los bloqueos tanto en la marcha de la enseñanza como en el saber en construcción de los enseñados. Esta participación, que transforma momentáneamente al universitario en inestimable persona recurso, es sólo apenas devoradora de tiempo. Es muy apreciada por nuestros colegas que se sienten confortados y tranquilizados al mismo tiempo que el acceso a las ciencias de la Tierra es vuelto más fácil y más pertinente.

Una colaboración entre docentes intervinientes en ciencias de la Tierra delante de públicos diferentes, cuando es proseguida durante algunos años, muestra rápidamente que los mismos bloqueos pedagógicos son encontrados regularmente. Esta constatación presenta un aspecto muy positivo en la medida en la cual ella permite identificar obstáculos conceptuales que los docentes informados podrán, ya sea contornear o bien afrontar con conocimiento de causa. Ese retorno del “terreno” de la clase (cualquiera sea ella) hacia el universitario, constituye un verdadero enriquecimiento para nuestra disciplina porque informa objetivamente sobre las dificultades intrínsecas que acompañan la transmisión del saber en ciencias de la Tierra.

Se ha establecido una lista de obstáculos conceptuales encontrados sobre el tema de los sismos en el ciclo 3 de la enseñanza primaria, de los cuales algunos ejemplos son extractados y comentados más abajo, mostrando que esos obstáculos no presentan el mismo grado de especificidad con relación a la disciplina.

- La asociación no fortuita de los sismos y del volcanismo plantea un real problema de experimentación en clase. Hay en ello un deslizamiento casi inevitable hacia un tema vecino.
- La percepción de ciertos comportamientos mecánicos, tales como la elasticidad, es variable según que se cargue una barra para llevarla a la ruptura (análoga de la

ruptura sísmica) o que se ponga en evidencia la propagación de una onda. Hay en ello referencia a saberes que proceden también de otra disciplina.

- La causa de los movimientos de placas hace referencia a un origen que, por ser interno a la Tierra, no es directamente accesible.

Éstos son tres de los obstáculos conceptuales encontrados en un dominio de la geología pero que no parecen específicos a esta disciplina.

- Causa de las destrucciones, las vibraciones son también la consecuencia de los movimientos en el foco sísmico. La jerarquía causa/consecuencia cambia para las vibraciones.
- En la evaluación de la peligrosidad de un sismo, pocos alumnos evocan la densidad de la población; otros, más raros, han identificado el papel de la distancia a la fuente, pero ninguno ha encarado esta distancia en el plano vertical. Varios factores contribuyen al fenómeno observado.

En estos dos ejemplos, más que a la sola geología, es a la complejidad de los medios naturales que son debidos los obstáculos conceptuales.

- La ruptura obtenida experimentalmente no puede ser reproducida en el mismo lugar del material utilizado entonces, cuando en la naturaleza es a menudo la misma falla/zona de fallas la que reaccúa. La similitud modelo/medio natural es simplemente engañosa.
- Una falla inversa permite explicar, en otra escala, lo que pasa en una zona de subducción, sin embargo, y dejada de lado la superficie de subducción, el 50 % de estas zonas sólo muestran fallas normales. La contradicción aparente es aquí constructiva en la medida en la cual

ella conduce a otros desarrollos probablemente útiles a la enseñanza pero, en este caso, ciertamente no a los alumnos.

- El enorme contraste de velocidad entre los fenómenos asociados que son los movimientos ligados a los sismos y los de las placas litosféricas.

Estos tres últimos ejemplos conciernen a temas puramente geológicos.

Estos pocos ejemplos elegidos sólo ilustran muy parcialmente los obstáculos conceptuales relativo a uno (entre otros) de los temas incontorneables de las ciencias de la Tierra: los sismos. Se mide la extensión de las investigaciones que restan por hacer en la disciplina entera puesto que un perpetuo trabajo de puesta al día es, aquí como en otras partes, muy necesario. Los universitarios tienen en esta investigación pedagógica una parte esencial a tomar en cuenta para hacer frente a la demanda de nuestros colegas docentes para volver la casa Geología más accesible y volverla más atrayente a los ojos de los más jóvenes.

J. DELTEIL

Trad. Dr. Augusto Pablo Calmels

-----00000-----

## HIDROCARBONES EN ROCAS CRISTALINAS

PETFORD, N. y K.J.W. McCAFFREY (eds.), 2003. **Hidrocarbons in crystalline rocks.** Geological Society Special Publication 214 , 248 p. Londres.

El presente volumen agrupa la mayoría de las contribuciones presentadas a un coloquio sobre el sujeto realizado en la Sociedad Geológica de Londres en febrero de 2001, en razón del descubrimiento de petróleo en los granitos fracturados del offshore vietnamita y en los estudios encomendados sobre el campo a los organizadores de esta conferencia, actualmente consultores especializados en este tipo de exploración.

Siete de los artículos son estudios de reservorios de alto nivel, más bien reservados a los especialistas: formación de la porosidad durante el enfriamiento de las rocas volcánicas y plutónicas y retoma de origen tectónico de sus propiedades petrofísicas, estudio de los sistemas de fractura y de los factores que controlan allí la circulación de los fluidos. En este dominio, algunos análisis se inspiran en estudios de terreno sobre los procesos de caolinización, el empleo eventual de rocas cristalinas fracturadas para conservar los desechos radiactivos, o la modelización de los campos de fracturas de los afloramientos graníticos del sur de Vietnam.

Un artículo teórico trata de los hidrocarburos de origen abiogénico formados directamente en el manto por reacción de fluidos conteniendo C-O-H durante la cristalización a menos de 500° C, o en un ambiente postmagmático en presencia de catalizadores (óxidos de hierro y silicatos) por reacciones de tipo Fischer-Tropf. Los hidrocarburos de este tipo no parecen, hasta ahora, haber generado acumulaciones de carácter comercial.

Se recordarán sobre todo los tres artículos consagrados al inventario de los yacimientos de hidrocarburos en las rocas cristalinas y los dos estudios de casos. El contenido está más próximo del título de una de las contribuciones: "*Ocurrencia de hidrocarbón en y alrededor de rocas ígneas*" que del título del volumen. En efecto, toma en cuenta tanto las acumulaciones estructuradas por compactación diferencial o variaciones de facies por encima de lacolitos, como el potencial de cuencas cubiertas de derrames basálticos que forman una cubierta, o constituyendo obstáculo a la penetración sísmica (cuenca de Paraná, en Brasil).

Quedan algunos casos indiscutidos y muy interesantes que merecen un verdadero examen: acumulación por migración *per descensum* en las riolitas y los basaltos de la isla de Honshu en Japón,

donde el elevado gradiente geotérmico y los procesos hidrotermales han permitido la maduración y contribución a la brechización de lacolitos en "árbol de Noé", granitos fracturados de Sumatra (campo de Suban) o del offshore de Vietnam (campo de Rang Dong)), zócalo fracturado del campo de Tanjung en Borneo. Se trata de una obra interesante, muy especialmente para los exploradores petroleros, que deben hacer frente a este tipo de problemas.

-----00000-----

**El silencio ordenado es el arte de la conversación**

-----00000-----

### **RIESGOS NATURALES**

LEFÈVRE, C. y J.L. SCHNEIDER, 2003. **Les risques naturels majeurs**. Collection Géosciences, Éditions scientifiques, Société géologique de France, 324 p. Paris.

Esta obra de Christian Lefèvre y Jean-Luc Shneider se propone hacer una síntesis de los diferentes aspectos de los riesgos naturales en unas 300 páginas.

El lector encontrará en ella una introducción a los dominios de los riesgos sísmicos, volcánicos, meteorológicos, hidrológicos, etc. Los autores han recolectado informaciones factuales sobre los efectos de las catástrofes naturales, que permiten tomar la medida en términos de impacto social. Las reglamentaciones y procedimientos en vigor son resumidos también de manera muy útil. Los diferentes aspectos de un problema tan vasto y complejo son abordados con precisión.

Los estudiantes, para los cuales ha sido escrito este texto, encontrarán en él una masa importante de informaciones. Sin embargo, se puede lamentar que el deseo de cubrir el conjunto del dominio, ha conducido a quedar en explicaciones bastante superficiales de los fenómenos físicos y a proporcionar a menudo visiones que no traducen necesariamente los puntos de vista más recientes, dejando de lado las orientaciones importantes que han visto la luz estos últimos años. A pesar de ello, la

obra será útil a los estudiantes que encaren el dominio de los riesgos naturales. Los autores les proponen una introducción que vale tanto por la voluntad de mostrar el carácter pluridisciplinario de los problemas abordados, como por la descripción técnica de los fenómenos y de las respuestas posibles.

-----00000-----

### **Humor equivocado**

--- ¡Mi Dios! ¡La fortuna que ha hecho Henry Ford con los automóviles!

--- ¡Sí! ¡Igual que su hermano Roque con los quesos!

-----00000-----

## **TECTÓNICA DE PLACAS**

WESTPHAL, M., H. WHITECHURCH y M. MUNSCHY, 2002. **La Tectonique des Plaques**. Collection Géosciences, Éditions scientifiques, Société géologique de France, 314 p. Paris.

Por fin un libro (y no una sucesión de artículos independientes) dedicado al tema del epígrafe, de interés no sólo para estudiantes y docentes, sino también para los colegas no especialistas en Tectónica Global, dada la claridad del texto, que se apoya sobre una bibliografía reciente y completa (70 libros y obras colectivas y 554 artículos).

Obra que viene a completar los que sólo tratan el aspecto geodinámico y cinemático de las placas. En ella, los tres autores ponen en común sus especialidades respectivas (geofísica, geomagnetismo, geología) para abordar los aspectos físicos y químicos integrados mostrando la coherencia de la tectónica de placas que interesa no solamente a la parte superficial del planeta (litosfera y astenosfera) sino también al manto y al núcleo.

Los métodos de estudio, directos o indirectos, son abordados con facilidad y precisados por 10 fichas en anexo. El volumen está estructurado en 12 capítulos que cubren los temas clásicos de esta teoría global.

Entre otros, se subrayarán los capítulos 5, consagrado al calor, 6, a la medida del desplazamiento de las placas, 8, relativo a las fronteras de placas: las subducciones y las fronteras difusas. La importancia del capítulo 7, que describe las dorsales y las fallas transformantes, traduce bien la evolución importante de los conocimientos de estas estructuras desde hace diez años. En particular, los autores hacen allí la síntesis de los datos geofísicos y geoquímicos del manto. Muestran las relaciones genéticas entre las fallas transformantes y las dorsales y sus consecuencias sobre la segmentación. Concluyen por “¿Cuáles son los roles respectivos de las variaciones de la temperatura del manto, de su química, cuál es la influencia del espesor de la litosfera?”, ilustrando de ese modo cuáles son los desafíos a enfrentar en el futuro.

Los dos últimos capítulos proporcionan una útil iluminación sobre la historia de las placas después y durante el Proterozoico, y ello desde el origen de la Tierra. Era por lo tanto lógico para los autores terminar con “Los otros planetas”.

Concluyendo, puede decirse que es un excelente libro, destinado no solamente a los estudiantes, sino a todo especialista de las geociencias.

-----00000-----

## **BÓLIDOS CÓSMICOS**

KOEBERL, C., 2003. **Ces bolides qui menacent notre monde. Impacts météoritiques et cailloux ravageurs**. Collection Bulles de sciences, EDP Sciences, 184 p. Traducción del alemán: E. Buffetaut.

Obra a la vez fácilmente accesible y fuertemente documentada. Como lo hace notar Buffetaut en el prefacio, Christian Koeberl es uno de los mejores especialistas del dominio. Hace aquí un recorrido completo, presentando los cometas y asteroides, su significación en y fuera del sistema solar, los impactos y caracteres

sobre la Tierra, la catástrofe del límite Cretácico-Terciario y sus consecuencias biológicas, pero también el choque de los fragmentos del cometa Shoemaker-Levy 9 sobre Júpiter en julio de 1994, aun una anticipación de un impacto... en la región parisina.

¿Cuáles son los méritos de esta obra para volver su lectura tan apasionante?

En primer lugar, un discurso simple, un estilo alerta que transmite la hermosa traducción desde el alemán de Eric Buffetaut. Pero, sobre todo, el dominio del sujeto por uno de los más brillantes y activos investigadores de esta especialidad, en el corazón de una red internacional de colegas y de amigos entusiastas. Sin olvidar un cuidado (raro en nuestra época) de recordar la historia y la circunstancia de los descubrimientos, el aporte de cada uno en el conocimiento en curso de elaboración. Ese “cómo se hace la ciencia” es igualmente muy importante, tanto para el lector del público culto, como para los estudiantes y, aun, docentes e investigadores.

-----00000-----

### EL PLANETA TIERRA

CARON, J.M., A. GAUTHIER, J.M. LARDEAUX, A.SCAF, J. ULYSSE, J. WOZNIAK, 2003. **Comprendre & enseigner la planète Terre**. Éditions Ophrys 304 p. Gap.

En 1989 apareció la primera edición de “*Comprendre y enseñar el planeta Tierra*”, obra de un equipo animado por J.M. Caron y concebida según una aproximación unitaria de las Ciencias de la Tierra que hizo tabla rasa con los recortes disciplinarios tradicionales. El plan adoptado era el siguiente: 1) las caras de la Tierra, 2) océanos, 3) continentes, 4) balances y ciclos y 5) historia del planeta Tierra. Los lectores dispusimos, por primera vez, de una visión global coherente de la dinámica actual y de la

evolución de nuestro planeta. Seguramente por ello, la obra conoció inmediatamente un importante éxito, y el “Caron” se volvió rápidamente el auxiliar indispensable, no solamente de los estudiantes, en particular quienes preparaban los concursos de enseñanza, sino también de los docentes.

La evolución de los conocimientos ha exigido seguramente varias puestas al día de este libro. Esta cuarta edición, dedicada a la memoria de J.M. Caron, fallecido, conserva el plan inicial beneficiándose con numerosos mejoramientos. En primerísimo lugar se nota la utilización de la cuadrícromía para la mayoría de las ilustraciones, lo que vuelve más clara y atrayente su lectura. Por otra parte, se han agregado fotos en colores, en particular de láminas delgadas. Esta nueva edición comporta 32 páginas y 23 figuras suplementarias con relación a la edición de 1995. No se puede dar la lista exhaustiva de los importantes complementos y remociones. Los más significativos conciernen a los dominios siguientes: 1) corrientes oceánicas y acoplamiento océano-atmósfera-clima; 2) ofiolitas (con una comparación entre la litosfera oceánica y las ofiolitas de Omán y de los Alpes), variaciones de los factores de la sedimentación oceánica en el curso de los tiempos geológicos, signatura metamórfica de las zonas de subducción; 3) metamorfismo (reescritura completa del tema con aportes nuevos sobre las facies metamórficas, los caminos P,T en los Alpes occidentales y los montes del Lyonnais), extensión posterior al espesamiento cortical; 4) convección en el manto, ciclo interno del agua; 5) hominización.

El único reproche que se le puede hacer a esta obra es su densidad; en efecto, requiere un esfuerzo muy grande y constante de atención y de reflexión durante su lectura. No obstante, el trabajo es facilitado si se emplean las “fichas” relativas al tema, dispuestas al final de cada capítulo, que contienen definiciones,

datos, explicaciones sobre las herramientas utilizadas. Además, algunos ejercicios corregidos permiten al estudiante evaluar, él mismo, su comprensión de cada tema.

En conclusión, es muy conveniente leer el libro, si todavía no se lo ha hecho, y al cerrarlo a su término, comprobaremos que seremos dueños de ideas claras y sintéticas sobre el tema.

-----00000-----

“La soledad es un buen lugar para visitar, pero un mal sitio para quedarse”

Josh BILLINGS

-----00000-----

### LA GEOLOGÍA

BOILLT, G., P. HUCHON e Y. LAGABRIELLE, con la colaboración de J. Boutler, 2003. **Introduction à la Géologie. La dynamique de la lithosphère.** Collection Sciences Sup, Dunod, 3<sup>a</sup>. Edición 208 p. París.

En 1996 apareció un pequeño libro de 129 páginas titulado “*La dynamique de la lithosphère. Une introduction à la Géologie*”, redactado por G. Boillot con la colaboración e J. Boutler (Masson editor, París). Para esta tercera edición, P. Huchon e Y. Lagabrielle se asociaron a G. Boillot para la publicación de un volumen cuyo título ha cambiado y cuyo espesor ha aumentado sensiblemente, sobre todo a causa del agregado de fichas al final de cada capítulo.

Los cinco capítulos que constituyen la presente edición de la obra, se encadenan de manera perfectamente coherente. Luego de un primer capítulo que introduce un cierto número de nociones y conceptos indispensables para la comprensión del conjunto (tiempo y espacio en geología, litosfera y astenosfera, tectónica de placas, corteza y manto), el capítulo II está consagrado a la formación y la estructura de las litosferas oceánica y continental. El capítulo III trata del equilibrio isostático y de los movimientos verticales de la litosfera. Finalmente, los capítulos IV y V evocan

las consecuencias de los movimientos horizontales de la litosfera, divergencia, luego convergencia.

Treinta y cuatro fichas presentan ejemplos, elegidos en regiones variadas del planeta, que ilustran a propósito los diferentes conceptos expuestos en cada capítulo. Luego de una corta conclusión, el volumen se completa por una selección de libros recientes de geología escritos en idioma francés, un glosario de términos de física, redactado por J. Boutler, y un índice.

Para el texto y la ilustración, el libro presenta de manera notablemente simple y luminosa, un cierto número de nociones, a menudo delicadas de exponer, pero actualmente indispensables para abordar las geociencias. No obstante puede notarse alguna imperfección, como es el caso de la fusión parcial (p. 37 y 38), que deja pensar que existe un orden de fusión de los minerales (dice “*los primeros minerales a fundirse son también los más ricos en sílice*”), lo que, como sabemos, se encuentra en contradicción con la noción de eutéctico: las principales fases presentes en las peridotitas contribuyen en conjunto a la formación de los líquidos.. Por otra parte, el título “Introducción a la geología” no parece muy satisfactorio, y es el subtítulo el que informa sobre el contenido del libro. Sólo un aspecto particular de la geología es analizado por la obra. Los objetos evocados sólo muy raramente tienen dimensiones intra-kilométricas, lo que excluye uno de los elementos fundamentales de la marcha del geólogo: el cambio de escala y el pasaje de la observación al modelo.

Estas críticas se disipan frente a las calidades pedagógicas de la obra, destinada a la formación de estudiantes del liceo.

-----00000-----

### DESASTRES NATURALES

ABBOTT, P.L., 1999. **Natural disasters.** McGraw-Hill, 2<sup>a</sup>. Ed., 397 p. Columbus.

Se trata de una obra consagrada a las catástrofes naturales y a su estudio a partir del análisis de los riesgos y de sus efectos. Es el fruto de las enseñanzas dispensadas por el autor a la San Diego State University, California.

Está organizada en 16 capítulos, consagrado cada uno a un conjunto de fenómenos naturales que conduce a una liberación brusca de energía que afecta a los hombres y a sus infraestructuras. En efecto, el libro está articulado alrededor de diferentes aspectos energéticos de los fenómenos naturales

En un primer capítulo, el autor muestra las diferentes fuentes de energía de origen interno y externo así como las modalidades de su transferencia a nivel del sistema Tierra. Los capítulos 2 a 7 reubican los riesgos ligados a los sismos y al volcanismo en el contexto de la tectónica de placas. Los fenómenos peligrosos que toman origen bajo el efecto de la gravedad son presentados en el capítulo 8. La energía externa tiene efectos sobre la evolución de los climas en la escala de los tiempos geológicos y sobre el funcionamiento actual de la atmósfera. Es así como los mecanismos y los efectos de los vientos extremos, de las inundaciones, pero igualmente de los incendios que liberan energía solar almacenada en la biomasa por fotosíntesis, están presentes en los capítulos 9 a 13. El capítulo 14 está consagrado a las grandes crisis biológicas que han afectado la biosfera, y el capítulo 15 se ocupa de los cataclismos inducidos por los impactos de meteoritos y de cometas. Finalmente, el último capítulo, presenta los efectos en la escala global del aumento rápido de la población mundial. Se presenta una bibliografía al final de cada capítulo; ella está ventajosamente acompañada de una lista de sitios de internet a los cuales el lector podrá referirse.

La aproximación es exhaustiva y sobrepasa el simple marco de los riesgos

naturales más clásicos, porque el autor aborda igualmente los problemas pasados por el Hombre y las grandes crisis de la evolución de la biosfera. Las modalidades de los acoples entre los diferentes mecanismos, también son presentadas. La exposición, densa, está abundantemente ilustrada. Los fenómenos son explicados de manera simple y precisa, y el autor se apoya sobre numerosos ejemplos históricos, elegidos principalmente de los Estados Unidos. Numerosos agregados en el texto están consagrados a la presentación de aspectos particulares, tales como la construcción parasísmica o el efecto de invernadero, por ejemplo. Esta voluntad de explicación, en verdad loable, perjudica un poco a la estructura de la obra que aparece, desde entonces, un poco desordenada. En definitiva, se trata de una buena introducción a los fenómenos naturales susceptibles de conducir a catástrofes naturales. El libro se dirige, a la vez, al lector advertido que encuentra en él numerosos ejemplos concretos, pero igualmente a aquellos deseosos de comprender mejor la diversidad de los riesgos naturales.

-----00000-----

## EL AMBIENTE

CASEAU, P. (animador), 2003. **Études sur l'environnement. De l'échelle de territoire à celle de continent.** Rapports sur la science et la technologie; 15, Académie des sciences Éditions TEC & DOC, 307 p. París.

El Comité interministerial del 15 de julio de 1998, a iniciativa del ministro de Educación nacional, Investigación y Tecnología, encargó a la Academia de Ciencias el establecimiento de un informe bienal sobre el estado de la ciencia y de la tecnología. Para responder a esta solicitud, la Academia de ciencias emplazó el Comité "Repport Science et Technologie" (RST). Cada tema seleccionado ha sido conducido por un grupo de trabajo animado por un miembro o un

correspondiente de la Academia, rodeado de expertos. Cada informe es sometido al Comité RST, a un grupo de lectura crítico, y a la Academia de ciencias. “*Études sur l’environnement*” es uno de estos informes escrito en el marco RST.

La introducción, precedida por un prefacio de Jean Dercourt y de un prólogo de Paul Caseau, evoca los problemas de metodología (examen de problemas “espacializables”) y de definiciones, al mismo tiempo que presenta la organización y precisa los límites de la obra que, en particular, no trata de los problemas del Sur (África subsahariana, América del Sur, Asia del Sur y del SE) para los cuales es deseable la redacción de un segundo informe.

Los capítulos 1, “Territorio de la ecología y ecología de los territorios” (Robert Barbault y Alain Pavé), 2, “Dinámica de los territorios: los cambios de cubierta y de utilización de las tierras” (Alain Pavé, Denise Pumain, Claudine Schmidt-Lainé), 3, “Aguas continentales” (Luc André Leclerc, Ghislain de Marsily, Pierre Ribstein, Pierre-Alain Roche) y 4, “Gestión de las zonas costeras” (Lucien Laubier) dibujan un cuadro de la evolución y del estado actual de los problemas, en particular en Francia. Cada uno termina por un conjunto de recomendaciones que se dirigen a los especialistas de los diferentes compartimentos intervinientes en un territorio, a los que conciben programas, a los encargados de la gestión de la investigación y de la tecnología y, en general, a los responsables de la Nación. Se encuentra allí, muy particularmente subrayada, en varias ocasiones, la insuficiencia de las aproximaciones interdisciplinarias “frecuentemente preconizadas, pero muy poco realizadas”.

Los capítulos 5, “Escalas y cambios de escalas: problemáticas y herramientas (Jean-Claude André, Gérard Megie y Claudine Schmidt-Lainé), 6, “Infraestructura y medios de medición”

(Philippe Coutier) y 7, “Análisis económico y social” (Paul Caseau) agrupan algunos de los puntos abordados en los capítulos precedentes a fin de precisar y clarificar la metodología. La cuestión del cambio de escala (capítulo 5) aparece como el “eslabón débil” para ciertos procesos y durante el acoplamiento de procesos diferentes, y los tiempos característicos son generalmente menos discutidos que las magnitudes espaciales. El capítulo 6 subraya la necesidad de perennizar las redes de observación, de introducir una perfecta coherencia entre las observaciones operacionales del ambiente y las observaciones de investigación sobre el ambiente y de integrar a nivel europeo la estrategia nacional. El capítulo 7 introduce la palabra “Antropoceno” para designar la era en la cual nosotros habríamos entrado, caracterizada por la aparición de un nudo naturaleza-sociedad que toma en cuenta no solamente la influencia ejercida por la sociedad sobre la naturaleza, sino igualmente los efectos del retorno.

Una conclusión que retoma las actas y las recomendaciones, termina este conjunto de 7 capítulos. Le suceden algunos comentarios del grupo de lectura crítica. El comentario de la Oficina de investigaciones geológicas y mineras (Jaques Varet) es el más desarrollado, subrayando las contribuciones de las ciencias de la Tierra y presentando el proyecto “Tierra virtual”. La obra termina con un texto de Yvon Le Maho, redactado en ocasión de la presentación del informe a la Academia de ciencias el 5 de noviembre de 2002.

“*Estudios sobre el ambiente*” puede aparecer a primera vista como una obra densa, ilustrada con raras figuras, de calidad a veces mediocre (mapas muy pequeños). No obstante, la lectura está facilitada por la exposición de un cierto número de ejemplos concretos en intercalaciones o anexos, y cada capítulo comporta una lista de referencias

bibliográficas que permiten completar las informaciones.

-----00000-----

### GEOLOGÍA HISTÓRICA

GOHAU, G., 2003. **Naissance de la Géologie historique. La Terre, des "théories" à l'histoire.** Collection Inflexions, coédition Vubert-Adapt, 124 p. París.

Este pequeño libro, publicado por Gabriel Gohau, de esmerada presentación y de lectura agradable, cuenta talentosamente el nacimiento de la estratigrafía. Viene a completar su obra de referencia titulada "*Las ciencias de la Tierra en los siglos XVII y XVIII-Nacimiento de la geología*".

Antes de entrar en la parte central del sujeto, el autor consagra un preámbulo en connotación epistemológica a la noción de revolución científica. Luego toma, como punto de partida, las primeras tentativas de adaptación de la Creación, de las cuales la más célebre fue la de Ussher, obispo d Armagh, en Irlanda, muy pronto seguidas por la publicación del *Prodrome de la dissertation...*(1669), en el cual Stenon, dos años después de haber demostrado el origen orgánico de los fósiles, anunció el principio de superposición que constituye el fundamento mismo de la estratigrafía.

Fue en el año 1740 cuando fue puesta en evidencia la oposición entre "*montañas primarias*", formadas de rocas masivas, y "*montañas secundarias*" estratificadas. El esfuerzo de los geognostas se dirigió entonces al estudio de la sucesión de las capas. Adeptos del neptunismo, ellos suponían que las rocas eran el producto de una precipitación universal, las observaciones realizadas localmente eran susceptibles de ser extrapolada, lo que no fue confirmado por los primeros estudios de carácter regional realizados en diversas regiones. Fue así como los "*archivos de la naturaleza*", y

principalmente los fósiles, adquirieron una importancia creciente para caracterizar los estratos sucesivos y correlacionarlos a distancia. No obstante, Elie de Beaumont intentó entonces oponer a los fósiles los archivos tectónicos que constituían, según él, las direcciones de las cadenas de igual orientación.

Finalmente, el autor muestra el papel positivo desempeñado por la interpretación progresionista del desarrollo de las faunas y de las floras en la emergencia, en los geólogos, de un cierto sentido de la historia porque, luego de haber descubierto las más antiguas faunas fósiles (la "*fauna primordial*" de Barrande), se hizo posible determinar el orden natural en el cual aparecieron las faunas y floras sucesivas. De manera similar, Elie de Beaumont consideraba que los ascensos sucesivos de los diferentes sistemas de montañas habían contribuido a la organización progresiva de la estructura del planeta.

Para concluir, puede decirse que se tiene aquí un pequeño-gran libro de lectura fácil, que logra plenamente su objetivo: familiarizar al lector con la emergencia de un estudio histórico de nuestro planeta. En este desarrollo lineal de una gran claridad, se lamentará, sin embargo, que el autor no haya creído necesario explicar la razón por la cual Elie de Beaumont opuso radicalmente a los archivos paleontológicos sus archivos tectónicos: en 1828 había estallado el asunto llamado del Petit-Coeur, del nombre de un sitio de Tarentaise donde él había observado improntas de helechos de la flora carbonífera vecina de los belemnites jurásicos, lo que le parecía quitar toda credibilidad a la paleontología estratigráfica. Actualmente se sabe que esta anomalía es debida a la existencia en este lugar de un contacto anormal, de naturaleza tectónica, entre el Carbonífero y el Jurásico.

-----00000-----

## EL CLIMA

FOUQUART, Y., 2002. **Le climat de la Terre. Fonctionnement de la machine climatique, influence humaine et évolution probable.** Collection les Savoirs mieux, Presses Universitaires du Septentrion, 168 p. Villeneuve d'Ascq

Este pequeño libro de 168 páginas, de formato de bolsillo, presenta lo esencial del problema, con la comprensión actual que tienen los especialistas en lo que concierne a la máquina climática terrestre y el papel que el Hombre desempeña y puede todavía desempeñar en la evolución del clima del planeta.

El autor, Yves Fouquart, es profesor de física en la universidad de Lille 1, especialista en interacciones entre la radiación electromagnética y la atmósfera; sus trabajos se han referido a la observación y modelización de las nubes y de los aerosoles, y la modelización del clima. Miembro del comité científico del programa mundial de investigación sobre el clima, ha participado en la redacción de informes del grupo intergubernamental de estudio del clima. De modo que conoce bien su sujeto, más allá de los aspectos puramente científicos, y es capaz de aprender la dimensión socioeconómica.

Diez capítulos conforman el libro de Fouquart, a saber: 1) Los datos del problema, 2) El efecto de invernadero, 3) ¿La Tierra se calienta?, 4) El contexto histórico: la Paleoclimatología, 5) El sistema climático, 6) Las influencias antrópicas y variaciones naturales, 7) La polémica, 8) Los aspectos diplomáticos, 9) ¿Qué clima para el siglo XXI, y 10) Conclusiones, perspectivas.

Podría reprocharse a los editores la pobre calidad técnica de las ilustraciones y algunos cuidados de forma. No obstante se trata de un libro muy útil, aun para los docentes-investigadores e investigadores en ciencias de la Tierra que se interesan de cerca en la (paleo-) climatología, porque ofrece la visión de un físico que ha cuidado el aspecto pedagógico de su propósito. El

autor dice a menudo lo que han dicho ya los (numerosos) libros de (paleo-) climatología, pero lo dice de otra manera, con palabras, nociones e imágenes de físico, y esto puede permitirnos comprender mejor ciertos puntos de la compleja máquina climática. El libro es, tal vez, un poco pequeño para ofrecer al docente todo aquello de lo cual tiene necesidad para organizar un curso, pero su lectura es útil por la iluminación que proporciona., lo que nos impulsa a recomendarlo a los estudiantes, teniendo presente, además, su costo accesible.

-----0000-----

**“Cuando se me hace una injuria,  
procuro levantar mi alma tan alto  
que la ofensa no llegue hasta mí”**

Dscartes

-----0000-----

**“Los prudentes y los viejos  
siempre dan buenos consejos.  
Pero no ve su bondad  
La loa temprana edad”**

Cervantes

-----0000-----

## EL GAUCHO

Patrios ríos, que al azote  
del huracán os airáis  
y huís y huyendo arrancáis  
de la costa el camalote.

Fatal, fantástico bote  
do el tigre, incauto, se embarca,  
desventurado monarca  
de la inviolada pradera,  
que corre a muerte certera  
en tal veleidosa barca.

Ríos que el Ande desata  
sobre sus múltiples zonas  
y engendráis el Amazonas,  
el Misisipí y el Plata.

Los que viendo en catarata  
vuestra oleada agigantar,  
ansias cobráis de luchar,  
y salís, venciendo tierra,  
a dar un grito de guerra  
en los dominios del mar.

RAFAEL FRAGUEIRO

-----0000-----

**Término de impresión: 29-11-2004. :**