

# CICLO DEL AGUA Y TIEMPO GEOLÓGICO EN EL AMBIENTE URBANO <sup>1</sup>

## *The water cycle and geological time in urban environment*

Pedro Wagner Gonçalves (\*) y Natalina Aparecida Laguna (\*\*)

### RESUMEN

El taller pretende explorar el concepto de integración curricular. La ciudad y su ambiente fueron blancos de tratamiento pedagógico que facilitó la enseñanza interdisciplinaria en torno del eje 'ciclo del agua' examinado sobre la perspectiva sistémica y geológica. Fue posible aproximar profesores de Biología, Física, Geografía, Historia, Química y Matemática para dar un enfoque integrador a temas de enseñanza secundaria. Por este motivo, el taller presenta elementos que pueden ser adoptados por profesores de otros lugares que tengan interés por promover una enseñanza más significativa.

### ABSTRACT

The proposed activities intend to contribute to build the curricular integration. The city and the local are aims in order to facilitate the interdisciplinary teaching to know the water cycle. This is seen as a subject systemic and geological. That is possible to approach biology, physics, geography, history, chemistry and mathematics subjects in order to give integrated teaching for secondary school. Because it, these activities bring other teachers to adopt the same approach to improve the significant teaching.

**Palabras Clave:** Enseñanza de Geociencias, Ciclo del agua, Currículo e integración curricular, Enseñanza de Biología, Historia y Matemática.

**Keywords:** Teaching of Geoscience, Water cycle, Curriculum and curricular integration, Teaching of: Biology, Geography, History and Mathematics.

### INTRODUCCIÓN

Las actividades propuestas se apoyan en innovaciones didácticas desarrolladas por profesores del Grupo de Estudios en *Enseñanza de Ciencia del sistema Tierra y la formación de profesores*. Fueron inicialmente testadas con alumnos brasileños y revelaron como posibilidades de interrelacionar asuntos en torno de ejes temáticos: ciclo del agua, tiempo geológico, teoría de sistemas y aspectos urbanos locales.

Las políticas curriculares brasileñas de enseñanza secundaria (alumnos de 15 a 17 años) se apoyan en una estructura disciplinar que no contempla los estudios de la Tierra como disciplina autónoma. Al mismo tiempo, recomiendan la enseñanza interdisciplinaria y la contextualización, lo que puede ser interpretado como una defensa de la integración curricular.

Dentro de esa configuración legal e institucional son investigadas alternativas de integración curricular apoyadas en el conocimiento geológico. Se busca definir temas y abordajes de los componentes curriculares instituidos que propicien el entendimiento

del planeta Tierra y, al mismo tiempo, aproximen distintas disciplinas.

De esa manera, este taller puede ser una contribución para incitar profesores de disciplinas geológicas, como de otras disciplinas (Matemática, Física, Geografía, etc.) para el papel potencial del conocimiento geológico a fin de articular disciplinar diferentes.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### Interdisciplinariedad potencial del conocimiento geológico en la enseñanza

Los debates en el ámbito de enseñanza de Geología atribuyen papeles y potenciales educativos diversificados, a contenidos dirigidos a niños y adolescentes. Son bien conocidas las tesis de Cuello (1988), Amaral (1995) y, más recientemente, la defensa de la relevancia del conocimiento geológico expuesta por Pedrinaci (2002), Guimarães (2004), Cameiro, Toledo y Almeida (2004).

Al reunir tales documentos notamos que la Geología posibilita la aproximación de temas de múltiples componentes curriculares de la enseñanza ele-

(1) Actividades desarrolladas en el ámbito del proyecto apoyado por la Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) y Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

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

(\*\*) Master en Educación. Centro Universitario Moura Lacerda. E-mail: nalsicca@bol.com.br



mental y secundaria. El modo específico de explorar relaciones de materia, energía y tiempo se encuentra especialmente favorable para valorizar ciertos aspectos de principios y leyes importantes de la Física y de la Química (lo que es central en los temas explicados por Cachapuz, Praia y Jorge, 2002).

El conocimiento geológico abre caminos para el tratamiento epistemológico y cognitivo de raciocinios comunes a las ciencias experimentales (formulación de hipótesis, montaje y debate de argumentos), pero su carácter histórico conduce a los alumnos a familiarizarse con procedimientos utilizados en las ciencias sociales (procedimientos hermenéuticos, indagación de múltiples fuentes de información, pensamiento multifactorial, valor a raciocinios narrativos). Esto resulta del carácter sintético de los problemas tratados en los estudios de la Tierra, como ya fue especialmente señalado por Potapova (1968) y Frodeman (1995).

Un punto central de la didáctica de las ciencias es establecer criterios para delimitar y seleccionar los contenidos más relevantes en términos sociales, humanísticos, económicos y políticos (Izquierdo, 2005). Bezzi (1999) ya había señalado que problemas tratados por la enseñanza de Geología podrían desempeñar importantes papeles para indicar nexos entre ciencia, sociedad, tecnología y naturaleza. Compiani (2006) complementa ese abordaje al mostrar que es posible moldear contenidos y métodos por medio de asuntos locales y regionales.

### **Integración curricular: tradición democrática del pensamiento educativo**

Todos estos elementos ya serían suficientes para sustentar una articulación de contenidos en torno del objeto de estudio de la Geología, los procesos geológicos y la historia de la Tierra con sus múltiples implicaciones para los recursos naturales y el entendimiento del ambiente. Beane (2003) observa que los debates en favor del desarrollo saludable de los jóvenes y el movimiento para promover actitudes asociadas con el modo de vida democrático, vienen siendo defendidos desde el inicio del siglo XX. Es decir, hay una defensa en torno de la idea de que las escuelas deberían y podrían servir propósitos e intereses sociales de los alumnos, sus padres y profesores.

Beane y Apple (1997) exponen distintos ejemplos de realizaciones hechas en escuelas orientadas para proyectos democráticos que involucran a profesores, alumnos y padres en actividades investigativas con carácter social y político. Proyectos pedagógicos dirigidos por la competencia técnica y política se destinan a la enseñanza significativa.

Lopes (2006) complementa el argumento al revelar que discursos en defensa del currículo integrado forman parte de concepciones curriculares muchas veces asociadas a la legitimidad social.

La defensa de un compromiso con la escuela genuinamente democrática y liberal encuentra importantes pensadores de la educación, como por ejemplo John Dewey. Y es absolutamente congruente con la defensa de la enseñanza de ciencias vinculada

a las cosas de la vida. Matthews (1994) muestra que la defensa de ese tipo de enseñanza de ciencias se confunde con el propio argumento en favor de la implementación de las ciencias en la escuela secundaria (defendida en la segunda mitad del siglo XIX y en el inicio de XX por científicos, tales como, Thomas Huxley, Henry Armstrong y Ernst Mach).

Por otro lado, frente a estos argumentos precisamos tener claridad que uno de los rasgos más distintivos de la organización curricular en cualquier nivel de enseñanza, prácticamente en todos los países desde el inicio del siglo XX, es la estructura *disciplinar*. Ella controla el ritmo del tiempo, la organización del espacio de las escuelas, alumnos y profesores.

Muchas iniciativas presentes en los proyectos de escuelas democráticas no abolieron las disciplinas pero, al mismo tiempo, disminuyeron su importancia por medio de la integración de disciplinas, proyectos educacionales, actividades interdisciplinarias.

Este taller pretende explorar justamente la posibilidad de esos espacios que pueden ser creados en las escuelas sin suprimir ese rasgo crucial de la política curricular que es la organización en disciplinas. Se adopta la actitud que pocas escuelas fueron capaces de abandonar las disciplinas y organizar de modo radicalmente diverso la enseñanza. Pero, por otro lado, defiende el debilitamiento de la estructura disciplinar por lo que ella representa de control, fragmentación de contenido y potencial pérdida de contexto educativo para los alumnos.

### **TALLER**

**Características del programa y currículo de la formación continuada, promovida por el Grupo de Estudios Enseñanza de Ciencia del sistema Tierra y la formación continuada de profesores.** El Grupo de estudios *Enseñanza de Ciencia del sistema Tierra y la formación continuada de profesores* constituye su currículo de formación de profesores por medio de proceso colectivo. A partir de problemas y desafíos expuestos por profesores de la enseñanza secundaria, asistentes técnicos de la Secretaría de Educación e investigadores de la universidad. El objetivo común es investigar la metodología de formación de profesores para el área de Geología. La interacción generada entre 2003 y 2005 definió ejes para la intervención didáctica de cada disciplina en la unidad escolar. El *currículo en acción* construido atravesó políticas de currículo, investigación en educación y contenidos geológicos. Estos fueron concentrados en torno del entendimiento de como el ciclo del agua funciona en la ciudad.

Esto condujo a planificar proyectos de innovación curricular colectivamente. Hubo proyectos que reunieron profesores de la misma escuela, profesores de escuelas y disciplinas distintas y profesores de la misma disciplina. En común a todos los proyectos había el objetivo de transformar el lugar y la ciudad en materia de enseñanza. Al mismo tiempo, cada profesor precisaba adaptar el lugar para tratar temas



de su disciplina. El Grupo de Estudios, por lo tanto, se constituyó como un espacio interactivo e interdisciplinario para definir que locales y aspectos de la ciudad merecían ser asunto de enseñanza. El ambiente colectivo contribuyó para indicar directrices, y cada profesor individualmente necesitaba hacer planificación de la innovación curricular.

***El proceso curricular en la enseñanza media: la contextualización como principio organizador de la currícula de química***

La enseñanza de Química es dirigida para explorar relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Esto usualmente implica estudios sobre contaminación y accidentes tecnológicos. Para buscar un camino que se aproximase a la disciplina de la escuela secundaria de los fenómenos naturales, los profesores de química resolvieron explorar las características del agua de abastecimiento público (la ciudad es abastecida exclusivamente por agua subterránea). Se adoptó el tema 'estudio de soluciones' (que incluye concentración de soluciones, solubilidad, etc.).

En otras ocasiones el asunto era explorado junto con contaminación del agua y accidentes tecnológicos. La reorganización del asunto implicó comparar el agua de distintos locales de la ciudad e identificar sus solutos, para asociar las diferentes composiciones a los tipos litológicos dominantes en la región (basaltos toleíticos y areniscas eólicas). Eso condujo a indagar sobre cómo el agua se concentra en los acuíferos, adquiere sus características hidroquímicas y, por lo tanto, cuáles son los flujos del ciclo del agua.

Los alumnos tuvieron práctica experimental, visitaron laboratorios químicos y bacteriológicos, operaron con distintos lenguajes (mapas geológicos y de localización de pozos).

***Los ríos... Proyecto de Innovación Educativa para las áreas de Biología, Matemática, Historia y Geografía***

Estudio hecho junto con estudiantes en una micro-cuenca de drenaje, área donde coexisten actividades urbanas y rurales, y hay ruinas de una hacienda instalada de la segunda mitad del siglo XIX.

La tarea que reúne a profesores de Geografía, Matemática, Biología e Historia es construir la noción de ciclo del agua y su dinámica en la micro-bacia. Esto implica tratar con datos históricos de uso y explotación de recursos naturales, hasta las relaciones modernas de los habitantes con el arroyo. Paso importante de la cadena cognitiva del ciclo del agua es revelar los vínculos que interconectan aguas superficiales y subterráneas.

Las tareas cotejan una secuencia de actividades que incluyen estudios de campo y laboratorio e interacciones de alumnos de escuelas diferentes.

***Inundaciones y ciclo del agua: Proyecto de Innovación Educativa para el área de Biología, Física, Geografía y Matemática***

La ciudad posee algunos puntos que sufren inundaciones. Sistemáticamente, las áreas sujetas a ese riesgo generan preocupaciones a los habitan-

tes, comerciantes, autoridades y para toda la población. A pesar de la clara ciclicidad del fenómeno, pocas veces las personas logran identificar lo que es resultado de la ocupación urbana sobre depósitos fluviales cuaternarios y los que puede ser minimizados por obras. Es común exagerar el papel de las actividades humanas como causas de las inundaciones y, al mismo tiempo, desconsiderar la dinámica natural.

Para enfrentar las interpretaciones superficiales de los alumnos fue necesario explorar, calcular el balance hidrológico local y analizar los mecanismos que operan en la cuenca de drenaje, de sus ríos en la desembocadura, estudiando la morfología que fue esculpida por el río en millares de años.

Las actividades comprendieron excursiones, ensayos hechos en los lugares, comparación entre locales diferentes y actividades de laboratorio, para construir la dinámica de la inundación dentro de los flujos, cambios y balances que se desarrollan en el local.

***Selva de Santa Tereza: ecología de una floresta tropical urbana (Innovación Educativa para integrar las áreas de Biología y Geografía)***

Remanentes de selva nativa es el blanco didáctico para hacer la contextualización de la enseñanza de Biología y de Geografía. La disciplina Geografía trata de tema geomorfológico, vinculado a procesos erosivos y de formación de suelos en clima caliente y húmedo, titulado *Relieve y ocupación urbana*. Por otro lado, la Biología explora interacciones ecológicas que se observan en las diferencias florales y en los cambios entre insectos y vegetación buscando construir la noción de *Teoría de la Evolución*.

Las actividades se apoyan firmemente en actividades de observación en el campo (desde vista general de la topografía y de la selva, hasta facciones observables dentro de ésta última).

Los profesores que formularon ese conjunto de actividades estaban especialmente preocupados en superar el tratamiento usual de esos temas en sus disciplinas. Estudios geomorfológicos y evolutivos son frecuentemente abstractos, recurren a comparaciones teóricas que poseen poco significado para la vida de los estudiantes. Es bastante común enseñar la teoría de la evolución por medio de la comparación entre las teorías de Jean-Baptiste Lamarck y de Charles Darwin. Las características morfológicas, hidrográficas son estudiadas solamente como productos, más allá de eso, su tratamiento es separado de los fenómenos económicos, demográficos y sociales. El Proyecto que fue titulado *Selva de Santa Tereza: ecología de una floresta tropical urbana (Proyecto de Innovación Educativa para integrar las áreas de Biología y Geografía)* pretende sustituir esos abordajes para obtener una idea integrada del ciclo del agua por medio del estudio analítico de características y comportamientos ecológicos y sus vínculos con el desarrollo geográfico e histórico.



## DISCUSIÓN

Las actividades promocionadas se encuentran en congruencia con debates que ocurren en el ámbito educativo y, en particular, en la enseñanza de las ciencias. El taller explora oportunidades de colaboración entre diferentes docentes que más que tratar asuntos comunes con enfoques disciplinares distintos, buscan construir alternativas para la enseñanza significativa en torno de ejes que sean cognitiva y emocionalmente relevantes para profesores y alumnos.

La clara defensa de transformar aspectos aparentemente banales del local en problemas didácticos, implicó cambiar el enfoque y los valores usualmente atribuidos a la naturaleza y al agua. Los tópicos adoptados por los profesores hacían asociaciones negativas del agua y de la naturaleza (nexos entre lluvias e inundaciones, ríos y agua contaminada, etc.), el tratamiento defendido conduce a un modo más preciso a partir del desconocimiento construido en torno de fenómenos locales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amaral, I.A. do. (1995). *Em busca da planetização no ensino de ciências para educação ambiental*. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. (Tese de Doutorado em Educação).
- Beane, J.A. (2003). Integração curricular: a essência de uma escola democrática. *Currículo sem Fronteiras*, 3(2):91-110.
- Beane, J.A. & Apple, M.W. (1997). O argumento por escolas democráticas. In: Beane, J.A. & Apple, M.W. *Escolas democráticas*. Cortez, São Paulo, pp.9-43.
- Bezzi, A. (1999). What is this thing called Geoscience? Epistemological dimensions elicited with the repertory grid and their implications for scientific literacy. *Science Education*, 83(6):675-700.
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Ministério da Educação, Lisboa, 353p.
- Carneiro, C. D. R.; Toledo, M.C.M. de; Almeida, F.F.M. de. (2004). Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. *Revista Brasileira de Geociências*, 34:553-560.
- Compiani, M. (2006). La dimensión horizontal y vertical del lugar, en los trabajos prácticos geológicos. *Alambique (Didáctica de las Ciencias Experimentales)*, 47: 38-47.
- Cuello, A. (1988). La geología como area interdisciplinar. *Henares, Rev. Geol.*, 2: 367-387.
- Frodeman, R. (1995). Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science. *Geological Society of America Bulletin*, 107(8): 960-968.
- Guimarães, E.M. (2004). A contribuição da Geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica. *Revista Brasileira de Geociências*, 34: 87-94.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23:111-122.
- Lopes, A.C. (2006). Integração e disciplinas nas Políticas de currículo. In: Lopes, A.C.; Macedo, E.F. de & Alves, M.P.C. *Cultura e política de currículo*. Junqueira & Marin Editores, Araraquara (São Paulo, Brasil), pp.139-160.
- Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. Routledge, New York.
- Pedrinaci, E. (2002). La geología en el bachillerato: un análisis del nuevo curriculum. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(2):125-133.
- Potapova, M.S. (1968). Geology as an historical science of nature. In: *Interaction of the science in the study of the Earth*. Progress. Moscow. ■

