

# TRABAJO EXPERIMENTAL: CONTRIBUCIONES PARA LA COMPRESIÓN DE LA DINÁMICA FLUVIAL \*

*Experimental work: contributions to the comprehension of the fluvial dynamics*

Luis Marques<sup>(1)</sup>, Alexandre Leite<sup>(2)</sup>, João Praia,<sup>(3)</sup> y Aurora Futuro<sup>(2)</sup>

## RESUMEN

*El presente trabajo se encuadra en la área de Formación de Profesores, particularmente de Geociencias. Así, parte del principio de que los profesores deben considerar algunos elementos de reflexión que orienten su acción didáctica. Utilizando el trabajo experimental relativo a ciertos aspectos de la dinámica fluvial se procuró, por un lado, proponer algunos puntos de reflexión epistemológica sobre su naturaleza y por otro lado, proporcionar la información más relevante para proceder a la interpretación de las actividades propuestas. Cualquiera de estas dos vertientes son naturalmente indisociables en un proceso de enseñanza y aprendizaje de raíz constructivista, como el preconizado.*

## ABSTRACT

*The main aim of this paper is to provide useful information to Earth-Science teachers in the context of teacher education. The article is based on the view that teachers need to look for theoretical support for their daily teaching and learning strategies. Experimental work is frequently used in science classroom. The context in which a set of practical activities concerned with river environments were carried out is presented. The experimental work here displayed:*

- underpins an epistemological discussion related to its nature and role played;*
- is supported by a set of scientific comments which are relevant for making an accurate interpretation of the experiments themselves.*

*Both epistemological and content scientific dimensions are relevant in the designing of teaching and learning strategies rooted on a constructivist framework.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo pretende contribuir a dilucidar problemáticas que se le presentan a la disciplina de Didáctica de la Geología. Los profesores necesitan contar, cada vez más, con elementos de reflexión que les orienten en la acción didáctica y que sean motivo de discusión entre los colegas, con vistas no sólo a profundizar su formación, sino también a posibles y deseables ajustes de sus prácticas a los contextos en los que trabajan. El trabajo experimental, como estrategia capaz de contribuir a una mejor y más adecuada imagen de la Geología, posee una exigencia y contiene dificultades, no siempre fáciles de superar cuando se pretende desarrollar en aula.

## 2. DIDÁCTICA DE LA GEOLOGÍA: CONTRIBUCIONES PARA SU CLARIFICACIÓN

El estudio desarrollado se sitúa en un marco disciplinar que designaremos como *Didáctica de las Ciencias*, área del saber que sólo muy recientemente comienza a asumirse como cuerpo específico de conocimiento (Alarcão 1989, Furió Mas & Gil Pé-

rez 1989, Giordan et al 1989, López Rupérez 1990) y, paralelamente, como dominio de investigación y enseñanza. Esta didáctica deja de ser orientada para ofrecer un conjunto de recetas genéricas con origen en otras disciplinas, para pasar a ser una área de conocimiento con sus problemáticas propias, con sus conceptos, objetivos y métodos específicos. Esto es, centrada en las problemáticas que nacen de la misma epistemología de la área científica y cuyos elementos son (re)convertibles, transformables por el propio ejercicio de la práctica de la enseñanza y de la investigación, en una red de compromisos difíciles de desligar. Se trata de un saber propio que se va construyendo y adaptando a los contextos y situaciones que nos propicia el día a día. En este sentido, podemos afirmar que existe una delimitación de su campo de acción, cuyo objeto de estudio, objetivos y métodos específicos serán, clarificando, conjunta y paralelamente, con el desarrollo de la comunidad científica que trabaja en esta área. Podemos atribuir a la **Didáctica de la Geología** un papel fundamental en el proceso de reinención del curriculum orientado por una matriz de naturaleza constructivista como unificadora de actos didácticos intencio-

(1) Universidade de Aveiro - Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa

(2) Universidade de Porto - Faculdade de Engenharia, Dep. de Minas

(3) Universidade de Porto - Faculdade de Ciências, Dep. de Geologia

\* Financiado por el Proyecto nº PI/15/94 del Instituto de Inovação Educacional, titulado "Reforma Curricular e Formação de Professores de Ciências: da (re)construção de práticas inovadoras".

nales y explícitos. Así, resulta como una necesidad creciente la configuración de un cuerpo teórico que contribuya para referencias de análisis que interesa desarrollar a partir y con las prácticas de enseñanza. Se trata de romper con modelos que conciben más la práctica como un procedimiento de aplicación que como un proceso de investigación, en el que se entrelazan la innovación y la formación. Como señala Cachapuz (1987) “se hace necesario reflexionar sobre las condiciones que deben presidir una articulación funcional de prácticas de investigación y prácticas docentes”. Sirviendo como una justificación del trabajo decimos que la Didáctica de la Geología, como disciplina autónoma pasa, en gran medida, por la existencia de un grupo de referencia que cada vez más incentiva el diálogo, así como los espacios de intercambio, discusión, cooperación y reflexión, para un mayor consenso alrededor de los objetivos y metodologías de investigación y acción.

### **3. CONTENIDO CIENTÍFICO: ELEMENTOS PARA REFLEXIÓN**

Este punto pretende poner de relieve la importancia del contenido científico que aparece con una naturaleza relevante en un contexto de enseñanza de tendencia constructivista en detrimento de la perspectiva transmisiva. De esta forma, se hace necesario tomar consciencia de las exigencias que el contenido científico acarrea cuando es movilizado en la perspectiva aquí defendida, para que haya una reconstrucción conceptual de los saberes de los profesores. A nivel de las prácticas en la aula la especificidad de los contenidos movilizados no tiene en cuenta, casi nunca, la componente epistemológica o, dicho de otra forma, el contenido se transmite a los alumnos de manera idéntica a cualquier otro sin tener en cuenta su construcción, los procesos y las dificultades encontradas por los propios investigadores a lo largo de su trabajo, hecho de discusión / diálogo y controversia. Así, muchas veces, se presentan los alumnos conclusiones simplistas acabadas y incuestionables en relación a la enorme dificultad que su construcción acarrea. Cuantas veces, las exposiciones no son más que una enumeración de términos, hechos desligados unos de los otros, sin una estructura conceptual que los integre. Los niveles conceptuales y metodológicos se encuentran igualmente separados y sus relaciones son inexistentes. El contenido científico, o mejor, su especificidad, no resulta de este modo determinante en la selección de las estrategias y de las actividades a realizar, pero son, sobre todo, los materiales curriculares -en particular los manuales escolares- y la pedagogía general del profesor los grandes orientadores de su acción más pedagógica que didáctica. Decimos, por tanto, que la epistemología del área científica no ha permitido, por falta de apoyo y formación, al profesor de Geología de la enseñanza básica y secundaria, abrir posibilidades, formular sugerencias, apoyar ideas, que surjan de su campo conceptual, para que los alumnos puedan, verdaderamente, desarrollar algunas ideas estructurantes en relación a la Geología. Sólo así puede

existir una diferenciación entre el aprendizaje de esta ciencia y la de las otras, que no distinga, necesariamente sólo por el contenido científico exhibido. Esto es notorio cuando se trata de problemáticas como, el trabajo experimental, el cual vamos a desarrollar aquí.

Si consideramos que muchos de los profesores que dan clases de Geología tienen una fuerte formación en Biología, vemos que se hace aún más necesario conocer cualitativamente mejor la disciplina de Geología, principalmente algunas de sus ideas centrales y que ayudan a caracterizarla epistemológicamente. Es en este sentido que las dificultades de una reflexión contextualizada aumentan y la articulación entre contenido científico, epistemología y recurso didáctico son, a veces, difíciles de realizar. Se tienen en cuenta aquí los varios niveles de edades de los alumnos, así como las dificultades de tipo organizativo y administrativo que existen en nuestras escuelas. Debe referirse que las discrepancias y las dudas que muchas veces asaltan a los profesores pueden ser reducidas practicando y experimentando, en una actitud investigadora que, a su vez, induce a la investigación didáctica. Este intercambio es un punto nuclear en la formación de los profesores en la área de la Didáctica. Por último, ya que se convierte en un punto importante en el trabajo experimental que se desarrolla a continuación, referiremos que es necesario tener conocimientos de otras áreas, en particular de la Física para que las interacciones, aunque entre campos diferentes, se completen y unifiquen el conocimiento científico a aprender.

### **4. EL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA: ALGUNAS CONSIDERACIONES**

Con la finalidad de analizar algunas de las incidencias de la reflexión epistemológica en el trabajo experimental que realizamos en la enseñanza comenzamos por hacer referencia a Cachapuz (1992) que dice “una clase no es un laboratorio de investigación, por lo que las estrategias a adoptar tienen que tener legitimidad filosófica y pedagógica. Hay, por tanto, que armonizar estas dos dimensiones y el paradigma constructivista parece ser una solución posible”. Por otro lado, Hodson (1990) considera que el trabajo experimental tal como se realiza en muchos centros es de concepción pobre, confuso y poco productivo. Para él, muchos profesores creen que el trabajo experimental enseña a los estudiantes lo que es la ciencia y su metodología. Han sido unos entusiastas al creer que el camino para aprender ciencia, sus métodos y procesos es “descubrir aprendiendo” o “aprender haciendo”. Para el citado autor “los profesores usan el trabajo experimental irreflexivamente, o sea, mantienen el mito de que es solución para los problemas del aprendizaje. Entre tanto, muchos de los objetivos que se establecen para el trabajo experimental y que los profesores casi siempre enuncian y asocian se refieren, entre otros, a su fuerte sentido motivador, así como al desarrollo de actitudes científicas como la objetividad, la

ausencia de juicios de valor, la abertura de espíritu. Es frecuente que en las experiencias que se realizan con estudiantes los resultados no se analizan a la luz de un cuadro teórico previo y orientador, así como que se olviden las hipótesis que deben orientarlas. Sólo se constata lo que era más previsible que aconteciera - la experiencia se realizó para dar determinado resultado ya esperado y conocido de antemano - estaba, por tanto viciada.

La problematización a través de la discusión del significado y de los fundamentos de lo previsible son olvidados y no tienen lugar entre los alumnos. La experiencia resulta así algo anecdótico y circunstancial que no surge de una necesidad integrada en el desarrollo normal del currículo. Aquella toma, por tanto, el sentido del hacer, sin saber por qué, ni para qué.

Mientras tanto, con vistas a superar esta tendencia se hace cada vez más habitual el uso de un instrumento didáctico como **V. de Gowin**<sup>1</sup> que valora la relación entre lo metodológico y lo conceptual. Pone la atención en la necesidad de un acompañamiento permanente del sentido de la experiencia, así como obliga a una interrogación y reflexión sistemáticas, en una unidad entre el hacer y el comprender el sentido y el significado del mismo.

Este instrumento de aprendizaje proporciona otra visión del sentido de la experiencia. Es, en este sentido, que podemos afirmar que la experiencia dentro de la clase debe ser:

- i) un medio para explorar las ideas de los alumnos y desarrollar su comprensión conceptual de los fenómenos
- ii) sustentada por una base teórica informadora y orientadora de los resultados
- iii) delineada por los alumnos, en la medida de lo posible, para permitirles tener un mayor control sobre su aprendizaje. La discusión intergrupal puede, en el marco de una cautelosa analogía con la comunidad científica, ayudar intencionalmente a simular aspectos sociológicos, particularmente interesantes e incentivos del aprendizaje.

Otra idea que interesa referir es el hecho de no inducir el mensaje de que una o dos experiencias, aunque adecuadamente escogidas e interesantes, den respuesta definitiva a los problemas y encierren la solución que, al final, queríamos encontrar. La construcción científica es algo bien diferente y la clase no es, por cierto, el mejor espacio para realizarla. Se trata de aprender ciencia y no de realizarla! Viene a propósito resaltar que la relación entre la experimentación y la teoría es mucho más compleja de lo que muchos profesores piensan, razón que lleva a que raramente se aborde en las clases.

Las generalizaciones de los fenómenos rápidas, fáciles y simplistas deben ser rechazadas ya que representan una perspectiva empirista considerada hoy regresiva en términos epistemológicos. Tampoco pueden ser tomadas en consideración las experiencias realizadas para que los alumnos a partir de la simple visualización de los fenómenos aprendan, inmediatamente, toda su complejidad y unidad, en un todo coherente con las teorías que los fundamentan y unen. Para ello es necesario un cambio de actitud de los profesores, en el sentido de superar la aceptación de un empirismo ingenuo, entendiendo la ciencia como un simple descubrimiento, ya sea por la observación neutral o por la confirmación experimental positiva.

En Geología el trabajo experimental adquiere aún características particulares que derivan de la epistemología del área científica. Así, la problemática de las escalas espacial y temporal en que ocurren los fenómenos geológicos es algo que tiene que estar siempre presente cuando se enseña Geología. Son factores determinantes, aunque de gran exigencia conceptual y que requieren, por eso, cuidados especiales del profesor. La transposición didáctica realizada, sea teniendo como punto de partida elementos teóricos, o bien realizada a partir de la experiencia y de su observación /interpretación, se vuelve compleja por las inferencias y exigencias de abstracción y conceptualización a que obligan al alumno.

Una llamada de atención para señalar que el profesor debe actuar en la "zona del desarrollo próximo", o dicho de otra manera que el grado de dificultad de los problemas tiene que ser acorde con las capacidades de los alumnos y las posibilidades de ayudarles. Por eso, la simplicidad con que los fenómenos muchas veces tienen que presentarse obligan a retomarlos más tarde para que los alumnos los puedan articular y comprender mejor. No son fenómenos aislados en la naturaleza, no obstante, los profesores muchas veces tienen que considerarlos así inicialmente, para retomarlos en ideas de complejidad creciente.

Las experiencias realizadas en la clase son medios y deben ser consideradas instrumentos capaces de mejorar la explicación que damos para los fenómenos y no pueden ser consideradas un fin en sí mismas. Son una contribución para explicaciones hipotéticas, más aceptables y más explicativas de los fenómenos naturales. Sirven por los interrogantes que suscitan y por la búsqueda de explicaciones más válidas, argumentalmente más apoyadas.

La motivación excesiva por experimentar que muchas veces el profesor introduce, aliada algunas veces a la espectacularidad de los fenómenos y de su presentación, aunque inicialmente sea recibida positivamente, puede no ayudar a potenciar el aprendizaje que a través de ella se desea.

<sup>1</sup> Sobre las características de este instrumento pueden consultarse: GOWIN, B. (1989): "Aprendiendo a aprender" Ed. Martínez Roca, Barcelona; Izquierdo, M. (1994): "La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender", *Alambique*, 1 p 114-124.

## 5. INFORMACIÓN CIENTÍFICA

La premisa de partida de las notas de este resumen es considerar indispensable que los profesores tengan un referente científico que les permita, por una parte fundamentar la variedad de actividades que tendrán que coordinar en el aula y, por otra, estimular a los alumnos a interpretar acontecimientos que están presentes en la naturaleza.

Es verdad que la dinámica externa y la problemática de la génesis de las rocas sedimentarias son tópicos particularmente adecuados para que los alumnos se interroguen, en primer lugar, sobre la gran diversidad de estructuras con las que fácilmente pueden ser confrontados y, después, indiquen los caminos para deducir los respectivos mecanismos genéticos. Tal situación radica también en que la corteza terrestre tiene una cobertura sedimentaria que constituye el 75% de su área, pero no excede el 7% de su volumen (Lainig, 1991).

Entre los varios agentes de la geodinámica externa, sólo se hará referencia, de forma sumaria, a la intervención del agua en su fase líquida. El tipo de acción en los sedimentos depende, no solo del tamaño de éstos, sino también, de la velocidad del propio fluido. Es precisamente en función de estas variables que se establecen los campos de la erosión, transporte y sedimentación, como se puede apreciar en el diagrama de Hjulstrom (Dercourt & Paquet, 1985) (Fig. 1).

Debe subrayarse que tal separación no impide la posibilidad de que, teniendo en cuenta las variables en juego, los procesos que caracterizan esos campos puedan tener lugar simultáneamente. Por ejemplo, es posible que durante el transporte tengan lugar también procesos erosivos. Es patente que todo pro-

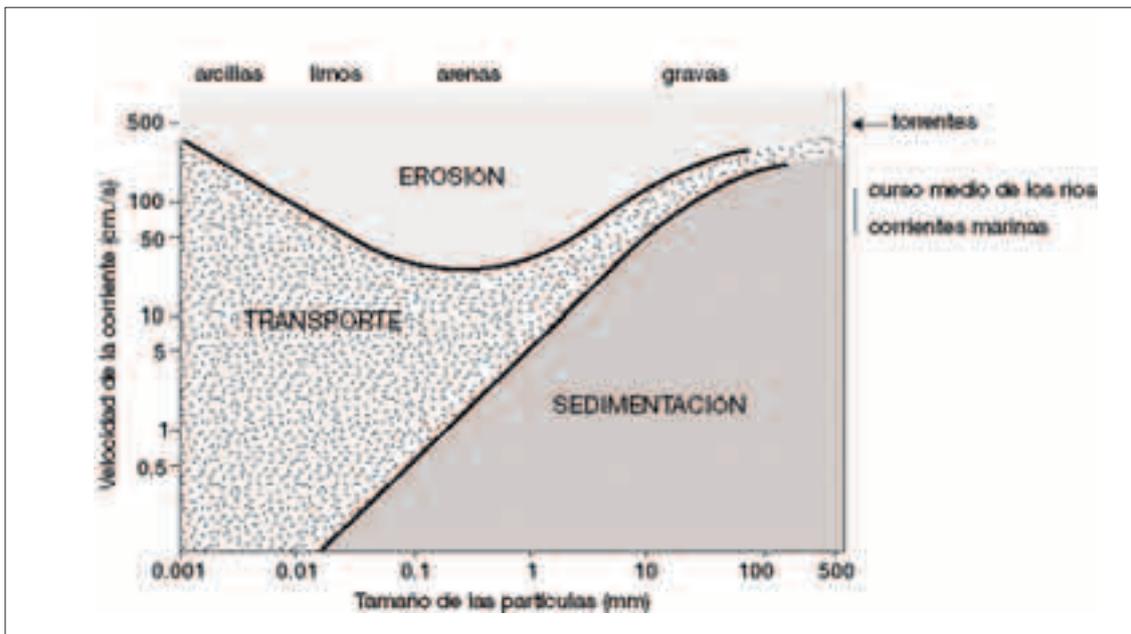
ceso tiende a que, partiendo de un equilibrio dinámico de las partículas, se alcance un equilibrio estático a través de la disminución de las energías potencial y cinética de las propias partículas.

Los flujos, como agentes de transporte que son, pueden ser de dos grandes tipos: laminares y de turbidez (Collison & Thompson, 1988). Mientras que en las primeras las partículas del fluido se desplazan en láminas paralelas, en las secundas el movimiento es mucho más rápido y irregular, y el paralelismo antes referido no existe. La fig. 2 representa el comportamiento de los flujos

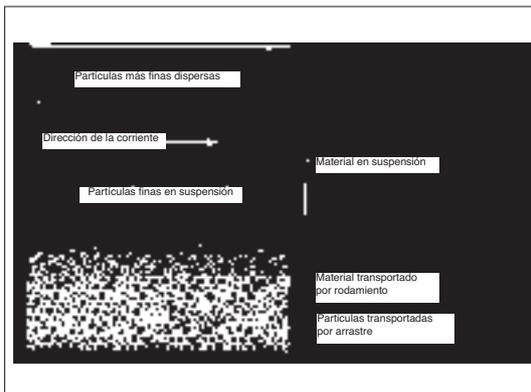


**Fig. 2** - Dos tipos de flujo presentes en el movimiento de un dado fluido.

Ambos tipos de flujo se pueden encontrar, por ejemplo, en los márgenes meandriiformes; el laminar en los convexos y el turbulento en los cóncavos. En cualquier caso, la velocidad de la corriente es un factor, entre otros, en la definición del tipo de transporte a que el material puede estar sometido (Fig. 3). Así, el transporte en solución (partículas disueltas), en suspensión (partículas sin contacto con el lecho), por saltación (partículas en contacto momentáneo con el lecho) y por rodamiento (partículas en contacto permanente con el lecho), no de-



**Fig.1** - Delimitación de los campos de erosión, transporte y sedimentación en función de la velocidad de la corriente y del tamaño de las partículas del material transportado.



**Fig. 3** - Diferentes tipos de transporte en una corriente.

pendiente únicamente de las dimensiones de las partículas (granulometría más o menos fina), sino que es igualmente resultante de la velocidad de la corriente (Press & Siever, 1993).

El transporte puede ser evaluado de forma más eficiente a través de la competencia de la corriente (parámetro relacionado con las dimensiones de las partículas desplazadas) y de la capacidad (cantidad de partículas transportadas por unidad de volumen). Cuando se dan las condiciones para la deposición del material, éste se procesa de acuerdo con el principio de la superposición; admitiendo que la horizontalidad deposicional se conserva, los niveles inferiores son más antiguos que los inmediatamente superiores. Es posible así definir el sentido real de la superposición,

o sea, polarizar la capa indicando en que sentido se encuentra su techo y su muro. Se considera techo a la superficie superior de una unidad en su posición original y muro a la superficie opuesta a ésta. Durante la sedimentación las partículas se organizan de diversas formas, que se denominan estructuras sedimentarias. El significado de estas estructuras debe ser interpretado con precaución, siendo necesario, a veces, llevar a cabo un examen detallado de la geometría de la distribución de las partículas. Como ejemplos de estructuras sedimentarias referiremos la granoclasificación (el tamaño de las partículas va disminuyendo de muro a techo), la laminación cruzada (tipo lenticular en que cada una de las unidades entrecruzadas está erosionada en la dirección del techo de la capa), marcas de ondulación o “ripple-mark” (estructura con inclinaciones diferentes respecto a la dirección de la corriente) que pueden ser simétricas o asimétricas.

Un último comentario sobre la razón por la que el estudio y la interpretación de tales estructuras es relevante. Admitiendo que los acontecimientos geológicos del pasado pueden ser vistos a la luz de los que hoy ocurren (principio del actualismo) se infiere que la comprensión de los procesos físicos de la sedimentación actual permitirá, a partir de las rocas del pasado, reconstituir la historia geológica. Por ejemplo, la presencia de un depósito de gravas o de un material arcilloso permite inferir que la energía existente en los medios donde se formaron era alta o baja, respectivamente. Podrán ser obtenidas así varias informaciones que permitirán reconocer la paleogeografía existente durante la génesis de los referidos sedimentos.

## 6. TRABAJO EXPERIMENTAL

### 1 - TIPOS DE TRANSPORTE

**Cuestión foco / Problema:** ¿Cómo son transportadas las diferentes partículas constituyen la carga de un río?

**Conceptos involucrados:**

- Granulometría
- Velocidad, dirección y sentido de la corriente
- Transporte.



**Objetivos:** Comprender las relaciones existentes entre la intensidad de la corriente, las diferentes dimensiones, densidad y formas de las partículas y el tipo de transporte al que éstas están sometidas.

**Metodología:** Un cuenco de cristal se rellena de agua hasta 3/4 de su altura. En el centro se coloca un vaso con agua, o otra sustancia, de forma que quede centrado en el fondo y sirva para inducir un movimiento circular del flujo de agua a su alrededor. Eche, en el área restante del cuenco, arena no clasificada con calibres comprendidos entre 1-8 mm.

Con una manguera conectada a un grifo provoque una corriente circular dentro del cuenco, de forma que pueda transportar las diferentes partículas de arena. Simultáneamente, con otra manguera aspire el agua para mantener el nivel constante. Observe los diferentes tipos de transporte, principalmente los de suspensión, saltación, rodamiento y arrastre.

## 2 - FORMACIÓN DE MEANDROS

**Cuestión foco / Problema:** ¿Cual es la razón del comportamiento meandriforme de los ríos?

**Conceptos involucrados:**

- Canal
- Margen cóncavo
- Margen convexo
- Depósito
- Intensidad de la corriente



**Objetivos:** Entender la dinámica de la deposición asociada a las corrientes en los tramos no rectilíneos de un río.

**Metodología:** En un cuenco de cristal lleno de agua, coloque arena lavada con una granulometría de cerca de 1 mm. Provoque con la mano imprima un movimiento circular en el agua y observe el comportamiento de la arena en el fondo del cuenco. Discuta las relaciones entre los fenómenos observados y las causas que los inducen.

## 3 - “RIPPLES” SIMÉTRICOS

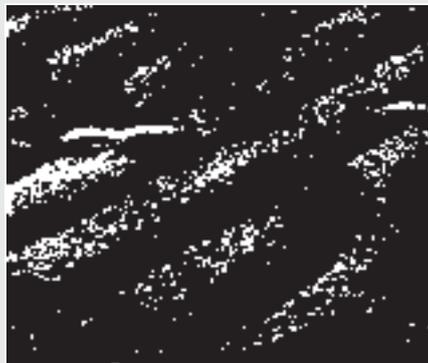
**Cuestión foco / Problema:** ¿Como se forman las estructuras sedimentarias tipo “ripple” con geometría simétrica?

**Conceptos involucrados:**

- Simetría
- Ola de oscilación
- “Ripple”
- ...

**Objetivos:** Comprender las relaciones entre los movimientos de oscilación del agua y las formas de transporte y sedimentación de las partículas.

**Metodología:** Una caja transparente, con dimensiones aproximadas de 15 x 30 x 25 cm, se rellena de agua hasta más o menos 1/4 de su altura. Esparcir en el fondo arena fina lavada con calibre aproximado de 1 mm. Coloque la caja sobre dos tubos cilíndricos cuya longitud sea superior a la anchura de la caja. Desplace todo el conjunto con un movimiento de vaivén de amplitud constante. Observe las estructuras sedimentarias producidas.



#### 4 - GRANOCLASIFICACIÓN

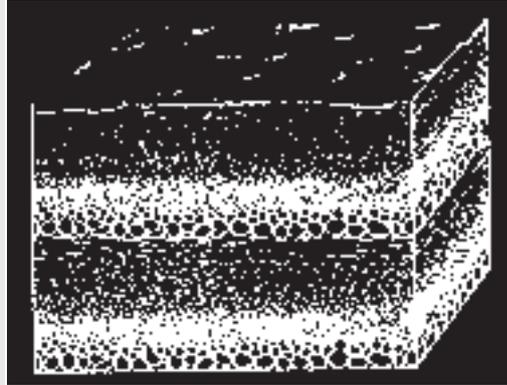
**Cuestión foco / Problema:** En los estratos, ¿cuales son las razones que determinan la distribución granulométrica de las partículas depositadas?

**Conceptos involucrados:** • Granulometría

- Medio sedimentario
- Estrato / Capa
- Techo / Muro
- Velocidad de sedimentación
- Granoclasificación

**Objetivos:** Comprender que las partículas, sujetas a la acción de la gravedad en un medio que opone resistencia a su movimiento, adquieren velocidades diferentes que son proporcionales a sus tamaños y formas, estando el resultado final caracterizado por una granoclasificación.

**Metodología:** Llenar de agua un tubo cilíndrico transparente de 1 metro de altura y 15 cm de diámetro. Introduzca sucesivas cantidades de arena no clasificada dentro del tubo, esperando a que toda la arena se haya depositado antes de repetir cada operación. Observe la estructura sedimentaria generada.



**Exploración:** Como ejemplo de una actividad que se puede realizar al mismo tiempo que los trabajos prácticos, presentamos una exploración de este último, según el V epistemológico de Gowin (Fig. 4). Su aplicación a nuestro ejemplo permite establecer una interacción entre el dominio metodológico,

subyacente a la experimentación que se está haciendo, y el dominio conceptual que permite una integración de la actividad en un cuadro teórico/científico. La respuesta estructurada a una cuestión planteada (focal) por un trabajo práctico permite una adecuada conceptualización.

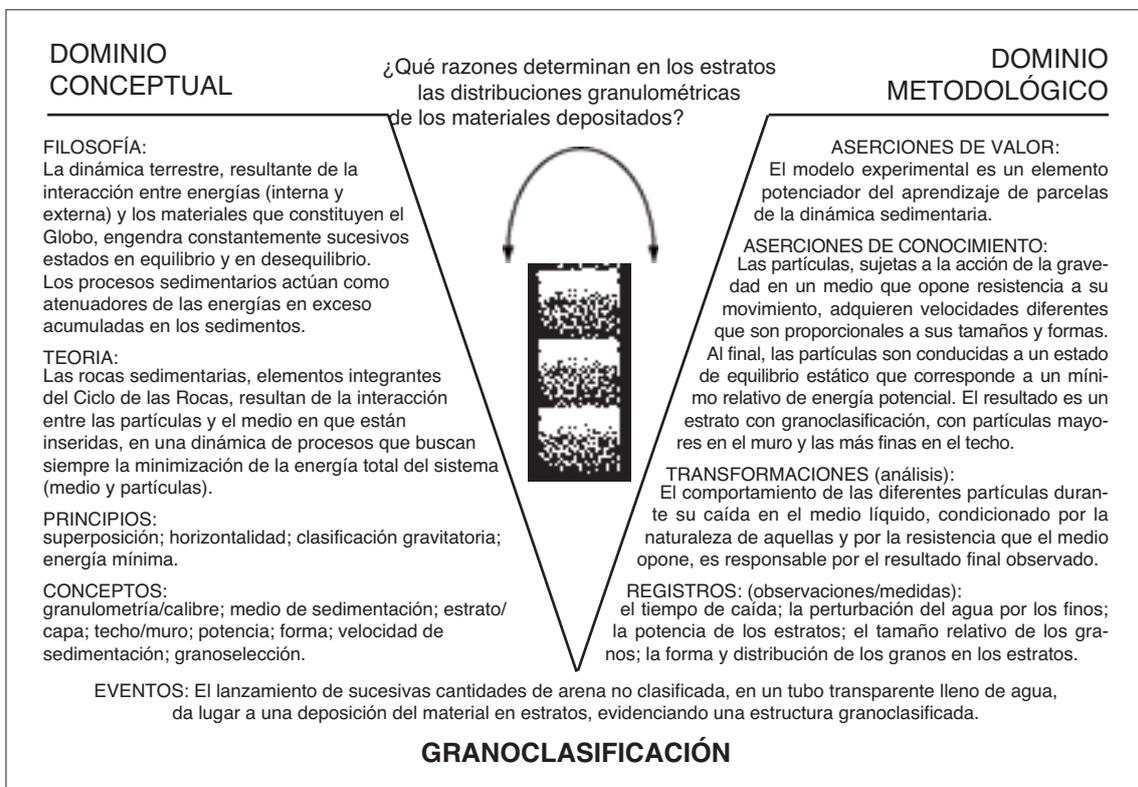


Figura 4

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcão, I., (1989). Para uma valorização da Didáctica. *Aprender*, 3 :5-8.
- Anguita, F., (1982). Enseñanza e investigación en la Geología actual: conexiones relevantes. In: VII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. p.133-143. Santiago de Compostela.
- Brichouse, N. (1990). Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41 (3) : 53-6
- Cachapuz, A. F.; Malaquias, I.; Martins, P.; Thomaz, M. F. & Vasconcelos, N., (1989). O Trabalho experimental nas aulas de Física e Química. *Gazeta de Física*, 12 (2): 65-69.
- Cachapuz, A. F., (1992). Filosofia da Ciência e ensino da Química: repensar o papel do trabalho experimental. Comunicação ao Congresso "Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado". Santiago de Compostela. (Policopiado).
- Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (5) : 429-455.
- Collison, J., Thompson, D., (1988). *Sedimentary Structures*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Dercourt, J., & Paquet, J., (1978). *Géologie: Objects et Méthodes*. Paris, Dunod Université.
- Furió Mas, C.J. & Gil Pérez, D., (1989). La didáctica de las Ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3) :257-265.
- Gallagher, J. J., (1991). Prospective and practicing secondary school science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75 (1) : 121-133.
- Gil, D., (1992). Contribucion de la Historia y Filosofia de las Ciencias a la Transformacion de la Enseñanza de las Ciencias. *International Conference on History of the Physical-Mathematical Sciences and the Teaching of Sciences*, Madrid, Sept.
- González Eduardo, M., (1992). Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2) : 206-211.
- Hodson, D., (1990). A critical look at practical work in School Science. *School Science Review*, 70 (256) : 33-40.
- Hodson, D., (1992). Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science. *Science & Education*, 1 : 115-144.
- Hodson, D., (1992). Redefining an reorienting practical work in School Science. *School Science Review*, 73 (264) : 65-78.
- Hodson, D., (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *School Science Review*, 22, 85-142.
- Hodson, D., (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 299-313.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N., (1982). The role of the laboratory in Science Teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52 (2) : 201-217.
- Laing, D., (1991). *The Earth System. An introduction to Earth Science*. Dubuque, Wm. C. Brown Publishers.
- Leite, A., Futuro, A., Silva, R., Marques, L., Praia, J. & Trindade, V., (1994). Tectónica Global e Trabalho Prático: contribuição para um sentido inovador do ensino. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2 (2/3): 354-360.
- Lucas, A. M. & Garcia-Rodeja, G., (1989). Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos realizados en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1) :11-16.
- Miguéns, M., (1991). Actividades Práticas na Educação em Ciência: Que modalidades? *Aprender*, 14 : 39-44.
- Miguéns, M. & Garrett, R. M., (1991). Prácticas en la enseñanza de las Ciencias. Problemas y posibilidades. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3) : 229-236.
- Moreira, M. A., (1990). Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos e referenciais teóricos à luz do V epistemológico de Gowin. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária, L.da.
- Oliveira, V., (1993). Natureza da ciência e formação inicial dos professores de Física e Química. *Revista de Educação*, 3 (1) : 67-76.
- Pedrinaci, E., (1994). La Historia de la Geología como herramienta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2 (2/3) : 332-339.
- Praia, J., F., & Cachapuz, F., (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 350-354.
- Press, F., & Siever, (1988). *Earth*. San Francisco, W. H. Freeman and Company.
- Santos, M. E. & Praia, J., (1992). Percurso de mudança na Didáctica das Ciências. Sua fundamentação epistemológica. In: Ensino das Ciências e Formação de Professores, nº1, Projecto "Mutare". Universidade de Aveiro. (Coordenação de F.Cachapuz).
- Sequeiros, L., (1994). La formación del profesorado de Geología: nuevos saberes y nuevas tareas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2 (2/3) : 318-325.
- Tamir, P., (1977). How are the laboratories used? *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (4) :311-316. ■