

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA

Actas do V Encontro Nacional de Docentes

PORTALEGRE

9, 10 e 11 de Fev. de 1995

Investigação e Formação
de Professores para
promover a educação
em Ciências da Natureza



Escola Superior
de Educação de Portalegre



Seção de Educação
em Ciências da Natureza

Edição da Escola Superior de Educação de Portalegre
Patrocinada pela Fundação Calouste Gulbenkian

TRABALHO EXPERIMENTAL (TE) E ENSINO DA GEOLOGIA: CONTRIBUTOS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES



J. PRAIA - Museu Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

L. MARQUES - Secção Autónoma de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

A. LEITE, A. FUTURO - Departamento de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

V. TRINDADE - Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora

Reafirma-se a intenção do *workshop* ter procurado contribuir para a formação de professores, nomeadamente, numa área tão carenciada como a Geologia e procurar discutir, nomeadamente, questões como vantagens, dificuldades, obstáculos e procedimentos de avaliação no TE em Geociências. As actividades desenvolvidas visaram, pois, discutir questões de natureza científica em conexão com fundamentos epistemológicos e didácticos delas decorrentes.

O *workshop*, realizado com os professores, procurou ir ao encontro de preocupações actuais sobre o TE e, assim, responder a algumas das expectativas criadas em seu redor: como fomentar, a nível da sala de aula, as potencialidades que encerra o trabalho experimental ?; como tratar as problemáticas com naturais dificuldades, para os alunos, sobretudo a nível conceptual ?. Foram desenvolvidas, algumas considerações de natureza científica e de natureza didáctica sobre o TE, em particular o seu significado e fundamentos epistemológicos, bem como a sua relevância no quadro da formação contínua de professores.

Seguiu-se, no tempo, a realização de alguns actividades experimentais que sendo um todo articulado possuem uma lógica interna e global, uma unidade marcada pelo seu sentido heurístico. Procuraram ser trabalhos, que ainda que simples na sua concepção e metodologias de sala de aula, encerram uma complexidade, que decorre da própria ciência geológica, e susceptível de ser convertida a diferentes níveis etários dos alunos e, assim, com graus de profundidade e dificuldade diferenciados. O trabalho experimental organizado em torno de fenómenos de geodinâmica externa - processos de dinâmica sedimentar - ainda que centrado na observação de fenómenos do quotidiano que ocorrem a uma escala temporal e espacial próximas, encerra dificuldades epistemológicas que interessa realçar para, assim, poderem facilitar a construção de uma imagem adequada da Ciência Geológica.

Os elementos que aqui desenvolvemos constituem-se, sobretudo, em tópicos de reflexão - pontos de partida - susceptíveis de animar a discussão e o diálogo entre os professores, mais do que esboçar um quadro teórico definido e definitivo para as propostas de trabalho apresentadas. Refere-se que um bem mais vasto quadro teórico de natureza didáctica foi distribuído aos participantes.

O documento que começa por enumerar as finalidades do *workshop*, pretende chamar a atenção para alguns traços caracterizadores da formação contínua de professores, para em seguida se debruçar sobre alguns elementos da área educacional, em particular, sobre o ensino-aprendizagem. Passa-se, em seguida, a referir alguns tópicos de fundamentação, do ponto de vista epistemológico, para serem discutidos no âmbito do **Trabalho Experimental**. Entretanto, fornecem-se alguns elementos referentes ao conteúdo científico para que os professores, de acordo com o nível etário com que trabalham, o possam contextualizar. Reflexão não isenta de dificuldades e que só um trabalho em equipa pode ajudar a ultrapassar naturais obstáculos. Juntam-se alguns elementos demonstrativos do trabalho desenvolvido assim como algumas pistas para reflexão ulterior.

FINALIDADES:

1. Consciencializar o sentido do trabalho experimental como algo epistemologicamente fundamentado e inserido num quadro teórico, referenciado à comunidade científica e transferido, adequadamente, para o nível curricular.
2. Inserir as várias situações de trabalho prático desenvolvidas, num todo global, de forma a que os múltiplos processos e fenómenos que envolvem o subsistema Terra, possuam uma unidade conceptual.
3. Reflectir nas dificuldades e potencialidades do trabalho experimental, no que respeita à aprendizagem de conceitos e atitudes em Geologia.
4. Compreender alguns aspectos do subsistema Terra para melhor poder reflectir no papel formativo e sócio-cultural da Educação em Geociências.
5. Reflectir que o modelo em ciência é uma interpretação ideal e criativamente construída pelos investigadores.

FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES : Seu sentido inovador.

- Ninguém se contenta em receber o saber, como se ele fosse trazido do exterior pelos que detêm os segredos formais.
- Considera-se um Professor como um sujeito activo que procura significados e, simultaneamente, num movimento complementar produz significados porque age; é um profissional racional que emite juízos e toma decisões.
- Os professores necessitam de oportunidades para praticar o ensino em grupo recebendo “feed-back” sobre a sua “performance”. Necessitam de observar outros professores e discutir com eles o seu ensino. Trata-se de criar espaços que ajudem os professores a entretajudarem-se.
- A formação contínua deve estimular a apropriação pelos professores dos saberes de que são portadores. Os professores têm que se assumir como produtores da própria profissão.
- Schon defende que a formação do profissional deve incluir uma forte componente de reflexão a partir de situações práticas reais. Ao analisar a actividade profissional salienta o valor epistemológico da prática e desafia os profissionais não apenas a seguirem as aplicações rotineiras de processos já conhecidos mas, sobretudo, a dar resposta a questões novas e problemáticas.
- A inovação deve introduzir mudanças qualitativas no sistema que a recebe.
Trata-se de um processo complexo que implica a pessoa, não só no seu universo profissional, mas também social, moral, psicológico e afectivo.
O processo de mudança é sempre diferente de pessoa para pessoa, sendo importante a participação, discussão e as decisões em grupo.
- A formação contínua deve ser recebida como uma das componentes da mudança, não se fazendo antes, mas sim durante a mudança.
Ou seja, NÃO FAZ SENTIDO FORMAR PRIMEIRO PARA DEPOIS MUDAR E INOVAR.

ENSINO-APRENDIZAGEM DAS GEOCIÊNCIAS: contributos para a reflexão.

- Sabemos hoje que o aluno desenvolve ideias e, muitas vezes, dá explicações “coerentes” para os fenómenos, que não são fruto apenas das impressões sensoriais, mas são verdadeiras CONSTRUÇÕES MENTAIS. Esta construção é um processo contínuo e activo, em que informações e experiências interagem e se confrontam, para se imbricarem e (re)organizarem de forma complexa.

- A perspectiva CONSTRUTIVISTA defende que o processo de aprendizagem tem de tomar como ponto de partida tais concepções. Se não houver CONFRONTO entre as concepções do aluno e as novas concepções, corre-se o risco de as primeiras permanecerem, havendo mera colagem dos conceitos ensinados.
- O TRABALHO EXPERIMENTAL não pode ter um carácter rotineiro e meramente demonstrativo destinando-se, apenas, a confirmar os princípios e as leis do conhecimento científico. Deve, antes, implicar a explicitação dos “MODELOS” EXPLICATIVOS dos alunos, a FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES ORIENTADORAS DA PESQUISA, dando-lhes oportunidades de desenvolverem PROJECTOS DE TRABALHO.
- O conhecimento científico como processo não pode ser reduzido à prática da observação e da EXPERIÊNCIA DESCONTEXTUALIZADA. Estes processos científicos, quando transportados para o E/A da Geologia, são momentos privilegiados para PROBLEMATIZAR, QUESTIONAR e interrogar, são um desafio à aprendizagem dos alunos.

TRABALHO EXPERIMENTAL (TE): contributos para uma fundamentação

- Numa PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA o trabalho experimental / experiência científica deve ser guiada por uma hipótese, que procura funcionar, sobretudo, como tentativa de rectificação e questionamento - ela interroga, problematiza - conduzindo, muitas vezes, a outras hipóteses. Trata-se de um diálogo entre hipóteses/teoria e a própria experimentação.
RESIDE, AQUI, UMA DAS RIQUEZAS HEURÍSTICAS DA EXPERIMENTAÇÃO.
- O trabalho experimental / experiência científica é orientado e mesmo valorizado pelo enquadramento teórico do sujeito que, em diálogo com ele, o questiona.
- Os seus resultados são lidos como elementos possíveis de construção de modelos interpretativos do mundo e não cópias do real
- O trabalho experimental/experiência enquadra-se num processo não de saber-fazer, mas de reflexão sistemático e de criatividade.
- Na PERSPECTIVA EMPIRISTA o trabalho experimental / experiência científica surge-nos, quase sempre, como simples manipulação de variáveis, deduzindo leis (teorias) a partir dela própria ou da sua sistemática reprodução.
- O trabalho experimental / experiência científica fundamenta todo o conhecimento e só no final da(s) experiência(s) se toma em conta a teoria.
- A experiência científica valoriza, quase só, a confirmação positiva do já previsto e obtido a partir dos dados observacionais.
- Os resultados da experiência surgem como esperados e mesmo óbvios.

Sugestões para discussão

1. Indique quais as PRINCIPAIS FINALIDADES a atingir com o TRABALHO EXPERIMENTAL, tendo em conta um ensino em que a preocupação com a aprendizagem compreensiva dos alunos é central.

2. Refira OBSTÁCULOS e POTENCIALIDADES, nomeadamente, de ordem CIENTÍFICA e DRAMÁTICA, que estão presentes aquando da prática deste tipo de actividades de E/A, atendendo aos diferentes NÍVEIS DE ENSINO.

Refira-se à problemática da MUDANÇA CONCEPTUAL.

3. Sugira como poderá melhorar os seus procedimentos em relação à AVALIAÇÃO de actividades como as do TRABALHO EXPERIMENTAL.

INFORMAÇÃO CIENTÍFICA: Notas para um sumário

A premissa que sustenta as notas deste sumário consiste em considerar que é indispensável aos professores ganhar um referencial científico que lhes permita, por um lado fundamentar a variedade de actividades que terão de coordenar na sala de aula e por outro, suscitar aos alunos a interpretação de uma panóplia de acontecimentos que estão presentes na natureza.

É verdade que a dinâmica externa e a problemática da génese das rochas sedimentares são tópicos particularmente adequados para que os alunos questionem primeiro uma enorme diversidade de estruturas com que facilmente podem ser confrontados e proponham depois as vias adequadas para procurar os respectivos mecanismos explicativos. Essa situação radica também no facto de a crosta ser coberta por uma fina película sedimentar que ocupa cerca de 75 % da sua área mas que não ultrapassa os 7 % do seu volume (Laing, 1991).

Dentre os vários agentes que actuam à superfície da Terra apenas será aqui muito sumariamente considerada a intervenção da água na sua fase líquida. O seu tipo de acção sobre os sedimentos é função quer do tamanho e natureza destes, quer também da velocidade do próprio fluído; são exactamente essas variáveis que estabelecem as áreas comumente consideradas de erosão, transporte e sedimentação bem identificados no diagrama de Hjulstrom (Dercourt & Paquet, 1985).

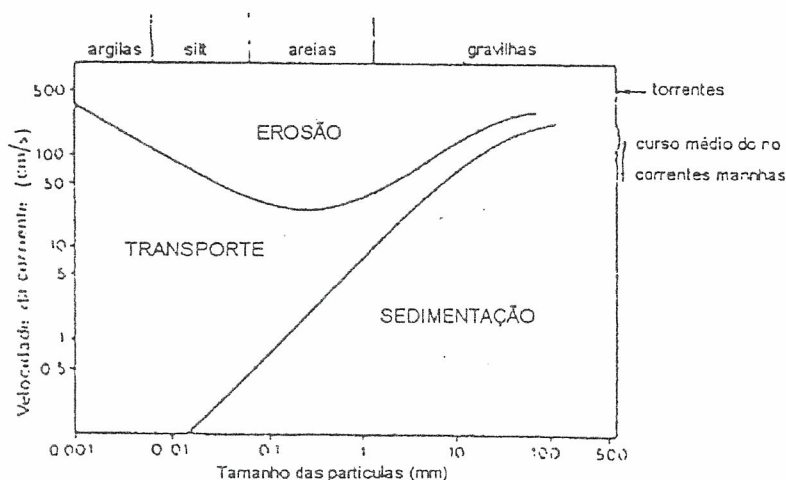


Fig. 1 - Delimitação dos campos de erosão, transporte e sedimentação em função da velocidade da corrente e do tamanho dos grãos do material transportado.

Deve contudo sublinhar-se que tal separação não significa impossibilidade de, tendo em conta as variáveis em jogo, os processos característicos de algumas dessas mesmas áreas ocorrerem simultaneamente. É, por exemplo, possível que no decurso do processo de transporte os próprios mecanismos erosivos também ocorram. É bem patente que todo o processo tende para que, a partir dum equilíbrio dinâmico das partículas se atinja um equilíbrio estático através do abaixamento progressivo das energias cinética e potencial das próprias partículas.

As correntes, como agentes transportadores que são, podem ser de dois grandes tipos laminares e de turbidez (Collison & Thompson, 1988). Enquanto nas primeiras as partículas do fluído se deslocam em camadas paralelas, nas segundas o movimento é muito mais rápido e irregular e o paralelismo anteriormente referido não existe. A figura 2 representa o comportamento dos fluxos.

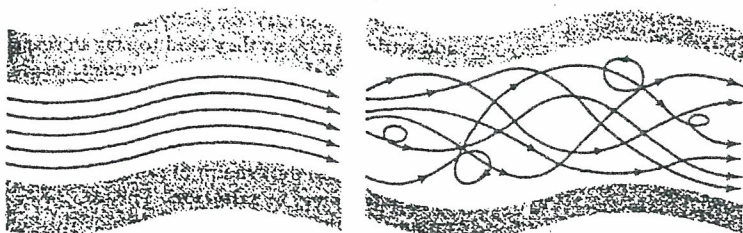


Fig. 2 - Dois tipos de fluxo presente no movimento dum dado fluído.

Qualquer delas se podem encontrar, por exemplo, nas margens meandriformes convexas e côncavas, respectivamente. Em qualquer dos casos a velocidade da corrente, em função de diversas variáveis como a inclinação do leito ou a quantidade de fluído, é um factor entre outros, na definição dos tipos de transporte a que o material pode estar sujeito. Assim o transporte em solução (partículas dissolvidas), em suspensão (partículas sem contacto com o leito), por saltação (partículas em contacto com o leito só durante algum tempo) e por rolamento (partículas sempre em contacto com o leito) se dependente das dimensões das partículas (granulometria mais fina e mais grosseira, respectivamente), é igualmente resultante da velocidade das correntes (Press & Siever, 1993).

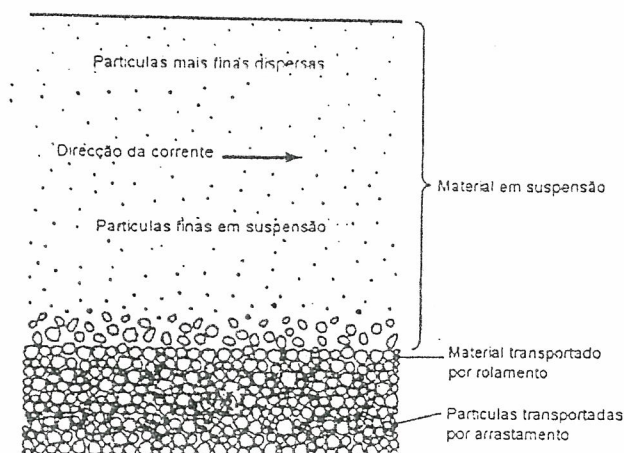


Fig. 3 - Diferentes tipos de transporte numa corrente.

- Essa possibilidade de transporte pode ser relacionada de forma efectiva com a competência da corrente (grandeza relacionada com as dimensões das partículas deslocadas) e ainda com a sua capacidade (quantidade de partículas transportadas por unidade de volume).

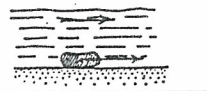
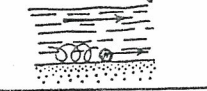
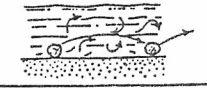
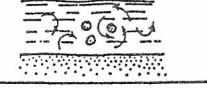
- Quando as condições para a deposição do material transportado ocorrem, tal deposição processa-se de acordo com o princípio da sobreposição; pressupondo que a horizontalidade deposicional se conserva, os níveis inferiores são mais antigos que os imediatamente superiores. Torna-se assim possível definir o sentido real da sobreposição ou seja polarizar a camada indicando qual o sentido do tecto e do muro. Considera-se como tecto a superfície superior de uma unidade na sua posição original e como muro a superfície oposta a esta. Aquando da deposição, originam-se conjunto dos mais variados tipos de formas que recebem a designação de estruturas ou figuras sedimentares. A significação destas figuras deve ser feita com cuidado, obrigando por vezes a exames detalhados da geometria da distribuição do material no seu interior bem como à localização preferencial do material de diferentes tamanhos. Como exemplos de algum dessas figuras referiremos a estrutura graduada (o material dispõe-se de forma cada vez mais fina do muro para o tecto), estrutura entrecruzada (tipo lenticular em que cada uma das unidades entrecruzada é erodida na direcção do tecto da camada), marcas de ondulação ou "ripple-mark" (estrutura com inclinações diferentes relativamente à direcção da corrente) que podem ser simétricas ou assimétricas.

Uma nota final relativamente à razão pela qual o estudo e a interpretação destas estruturas é relevante. Pressupondo que os acontecimentos geológicos do passado podem ser vistos à luz dos que hoje ocorrem (princípio do actualismo) infere-se que, compreender a natureza dos processos físicos da sedimentação é uma tarefa que permitirá a partir das rochas do passado reconstituir a geohistória. É assim que, por exemplo, o aparecimento dum depósito de cascalho, bem como o de material argiloso permitem inferir que a energia existente nos meios em que se formaram era elevada e baixa, respectivamente. Poderão assim ler-se todas estas informações procurando fazer o reconhecimento da paleogeografia existente aquando da génese das referidas deposições.

Variáveis que influenciam os tipos de transporte

Material a transportar	Dimensões Forma Densidade Solubilidade Tempo de transporte
Corrente	Competência (indica a possibilidade dum curso transportar partículas de determinadas dimensões) Capacidade (indica a totalidade das partículas transportadas) Viscosidade

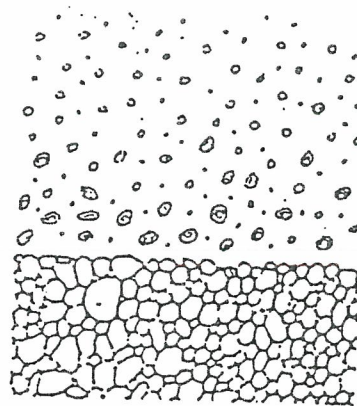
Para uma dada energia podemos encontrar diversos tipos de transporte

TRANSPORTE POR TRACÇÃO	
TRANSPORTE POR ROLAMENTO	
TRANSPORTE POR SALTAÇÃO	
TRANSPORTE POR SUSPENSÃO	

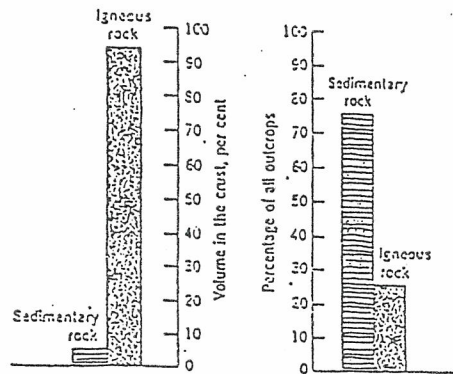
Estruturas sedimentares

ESTRUTURAS SEDIMENTARES DE ORDENAÇÃO INTERNA	São estruturas primárias (originadas simultaneamente com a sedimentação) que afetam a estratificação e são elementos de grande importância para interpretar as condições de equilíbrio transporte-sedimentação.
ESTRUTURAS NAS SUPERFÍCIES DE ESTRATIFICAÇÃO	Localizam-se nos limites dos estratos e estão relacionadas, mais com interrupções ou descontinuidades na sedimentação do que com os processos de sedimentação.
ESTRUTURAS DE DEFORMAÇÃO	Originadas por um excesso de carga que deforma a estratificação.
ESTRUTURAS ORGÂNICAS	Resultantes da actividade de organismos construtores.

Estratificação graduada - Esta estrutura caracteriza-se pela variação das dimensões dos sedimentos no sentido vertical.



As rochas sedimentares ocupam menos de 10% em volume da crosta terrestre e mais de 75% da sua área.



Rochas sedimentares. Processos de:

Erosão

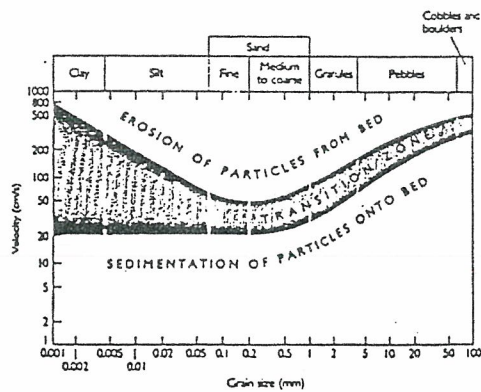
Transporte

Sedimentação

Diagénese

temporalidade não é necessariamente sequencial.

Variáveis influentes nas funções de transporte, sedimentação e erosão, pela água

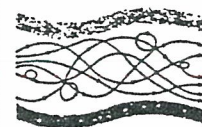


Tipos de correntes

Correntes Laminares



Correntes de Turbulência



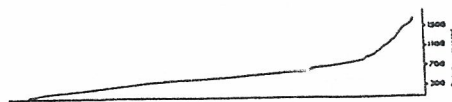
Situações de recorrência podem acontecer significando que houve um retomar das condições energéticas que existiam no meio.

Esta variação de energia pode ter origem em:

- transgressões,
- regressões,
- variação do nível de base do rio.

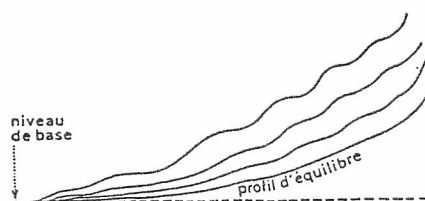
PERFIL LONGITUDINAL

Verifica-se que existe um certo equilíbrio entre as áreas de erosão e de deposição dum curso de água. Este equilíbrio é condicionado por diversos factores como sejam a topografia, o clima, o fluxo da corrente, e a própria resistência dos materiais rochosos.

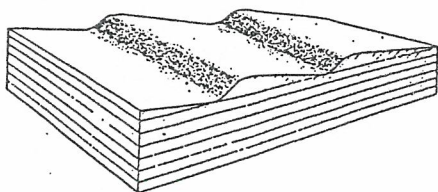


PERFIL DE EQUILÍBRIO

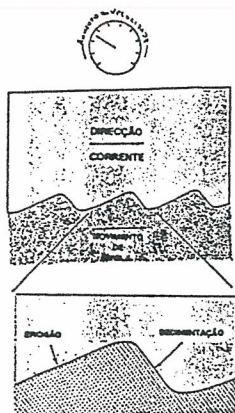
Ele corresponde ao estado em que o rio possuísse tão só a energia necessária para vencer o atrito do leito e careceria portanto de capacidade para exercer a acção erosiva. O perfil de equilíbrio seria então um estado final para o qual o rio tenderia lenta e progressivamente.



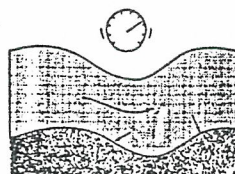
Estrutura de "ripple" assimétrico - Estruturas próprias de regimes de fluxo unidireccional com baixa energia. São formadas por pequenas cristas separadas por suaves depressões.

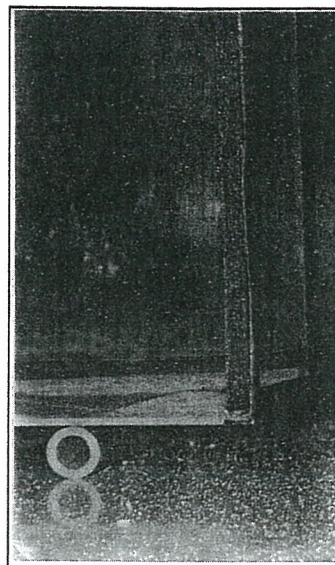


Importância do significado da inclinação de cada uma das vertentes



Estrutura de "ripple" simétrico

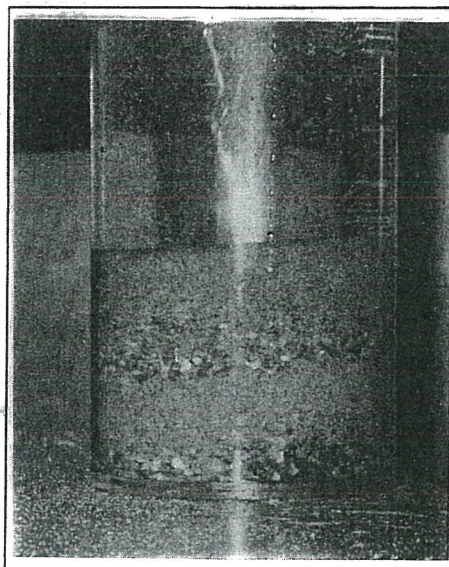


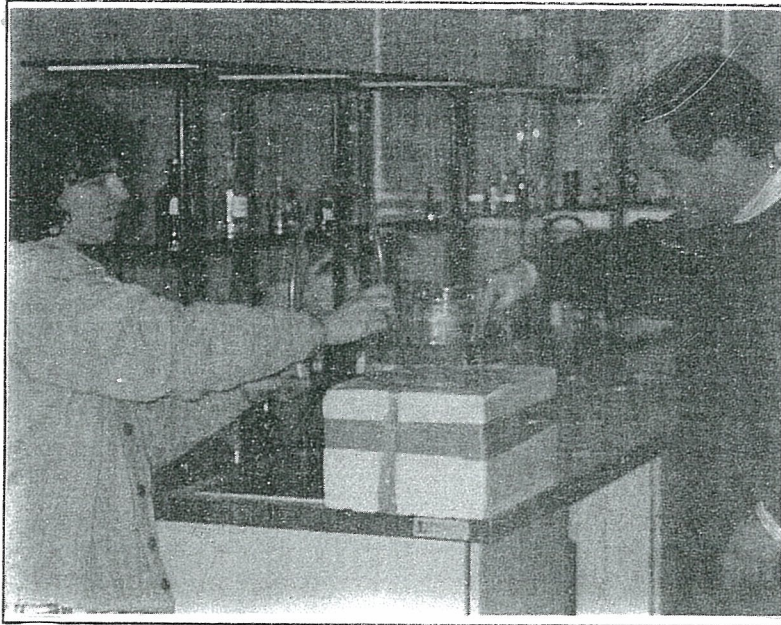


Ripples Simétricos

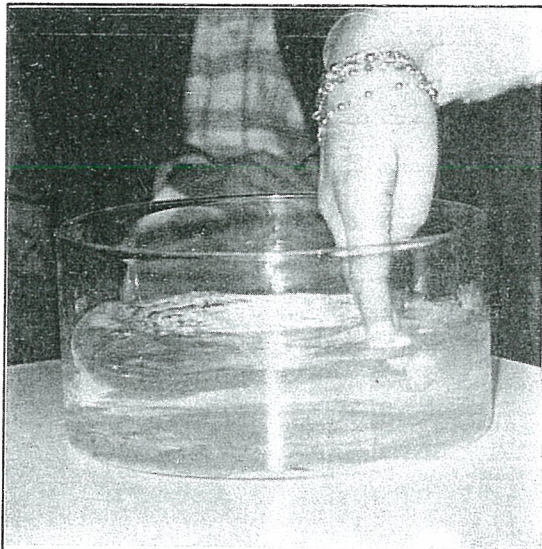
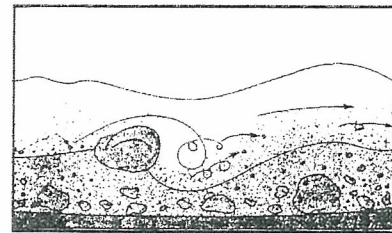


Estratificação Graduada

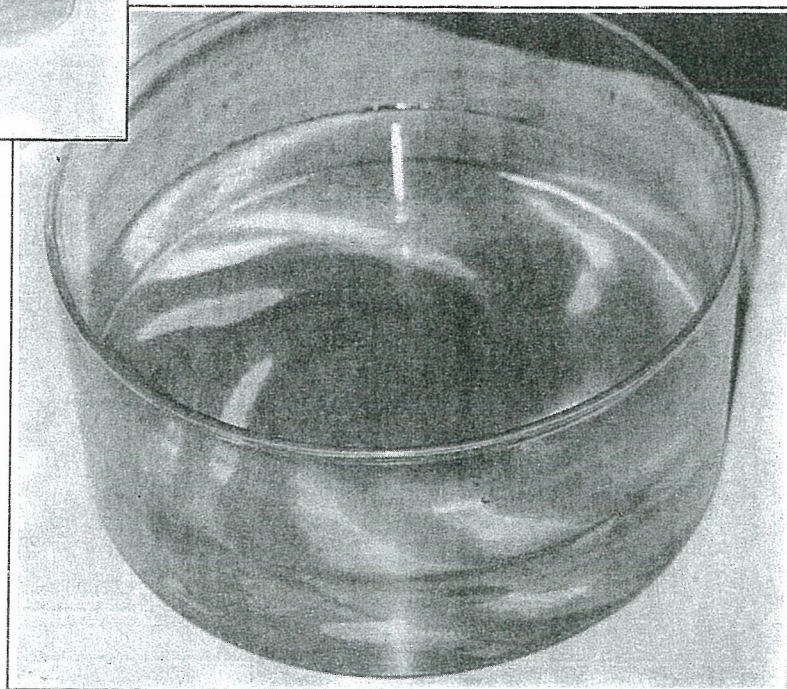




Tipos de Transporte



Formação de Meandros



BIBLIOGRAFIA

- BRICHOUSE, N. 1990. Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. Journal of Teacher Education, 41 (3) : 53-62.
- BYRNE, M. S. & JOHNSTONE, A. H., 1987. Critical thinking and Science Education. Studies in Higher Education, 13 (3) : 325-339.
- CACHAPUZ, A. F., 1989. Por um ensino relevante da Química: Que papel para o trabalho experimental ? Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Ser. II, 36 : 25-27.
- 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.
- 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., 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las Ciencias, 4 (2) : 111-121.
- GIL, D., 1992. Contribución de la Historia Y Filosofía de las Ciencias a la Transformación 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 and 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.
- KING, B. B., 1991. Beginning teacher's knowledge of and attitudes toward History and Philosophy of Science. Science Education, 75 (1) : 135-141.
- KIRSCHNER, P. A, 1992. Epistemology, practical work and academic skills in Science Education. Science Education, 1: 273-299.
- 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.
- NORRIS, S. P., 1985. The philosophical basis observation in science and science education. Journal of Research in Science Teaching, 22 : 817-833.
- OLIVEIRA, V., 1993. Natureza da ciência e formação inicial dos professores de Física e Química. Revista de Educação, 3 (1) : 67-76.
- 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.
- PRAIA, J., F., & CACHAPUZ, F., 1994. Para uma reflexão em torno das concepções epistemológicas dos professores de Ciências, Ensino Básico (3.º Ciclo) e Secundário: um estudo empírico. Revista Portuguesa de Educação, 7 (1 e 2) : 37-47.
- PRESS, F., & SIEVER, 1988. Earth. San Francisco, W. H. Freeman and Company
- SANTOS, M. E. & PRAIA, J., 1991. Dimensão epistemológica no ensino das ciências. In: Didáctica da Biologia. Universidade Aberta. Lisboa.
- SANTOS, M. E. & PRAIA, J., 1992. Percurso de mudança na Didáctica das Ciências. Sua fundamentação epistemológica. In: Ensino das Ciências e Formação de Professores, nº.1, Projecto "Mutare". Universidade de Aveiro. (Coordenação de F.Cachapuz).
- TAMIR, P., 1977. How are the laboratories used? Journal of Research in Science Teaching, 14 (4) :311- 316.