

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE AUXÍLIO  
DIDÁTICO DE GEOCIÊNCIAS PARA APLICAÇÃO  
NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Eva Kaiser Mori

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Motta de Toledo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-16/2002)

SÃO PAULO  
2002

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE AUXÍLIO  
DIDÁTICO DE GEOCIÊNCIAS PARA APLICAÇÃO  
NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Eva Kaiser Mori



Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Motta de Toledo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-16/2002)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900011666

SÃO PAULO  
2002

TP  
M854  
EK.d

DOAÇÃO IGC-USP
Data: 20/03/03

**Monografia de Trabalho de Formatura:**  
**DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE AUXÍLIO DIDÁTICO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PARA APLICAÇÃO NO ENSINO FUNDAMENTAL**

## **1. Identificação**

Monografia de Trabalho de Formatura

Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo

16 / Desenvolvimento de material de auxílio didático de geociências para aplicação no ensino fundamental

Eva Kaiser Mori

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Cristina Motta de Toledo

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental – DGSA

Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo

São Paulo, 2002

## **2. Resumo**

O cerne deste trabalho é a discussão do uso de material prático de auxílio didático em sala de aula. Tem por pressupostos a importância das Geociências na formação escolar, e a necessidade de se superar o ensino fragmentado e especializado através da integração das diversas disciplinas que tratam das Geociências, visando fomentar um melhor entendimento da dinâmica dos processos naturais.

O trabalho se inicia com a proposta de inserção de mais conteúdo de Geologia no Ensino Fundamental e Médio, e sua utilização como elemento de integração dos diversos itens isolados do estudo do meio.

A seguir, desenvolve material de auxílio didático voltado para 5<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental, consistindo em três modelos e três experimentos abordando diferentes conteúdos de Geologia, acompanhado de sua respectiva fundamentação teórica.

Por fim, avalia a eficiência do uso de experimentos em sala de aula como auxílio na aprendizagem.

### 3. Introdução

*"Homem e natureza surgem como aspectos indissoluvelmente ligados de um mesmo processo, que se desenrola como História da sociedade."*

Antônio Cândido (1964)

O presente trabalho vem juntar-se às inúmeras iniciativas da comunidade geocientífica no sentido de contribuir para o desenvolvimento científico, cultural, econômico e político da sociedade brasileira e, em específico, para a melhor qualificação de seu ambiente de vida.

Tendo em vista a gravidade dos problemas de degradação ambiental resultantes de atividades econômicas da nossa sociedade, é de grande importância, hoje em dia, que se crie, em todo cidadão, uma noção de que a Terra funciona como um sistema onde cada fator, componente desse sistema, tem influência sobre os demais e, principalmente, sobre o todo. Só a partir desse entendimento é que se poderá *"formar uma noção mais objetiva da extensão das interferências humanas no ambiente físico. Uma vez conhecido o funcionamento do meio natural, a sociedade poderia agir de forma mais responsável e menos predatória no uso e ocupação do meio"* (Imbernon et al., 1994).

No entanto, embora imprescindível, o conhecimento apontado só ganhará pleno sentido se apoiado em uma igualmente profunda noção crítica do processo econômico-social, dentro de cujos contornos as trocas com a natureza se realizam. Por essa razão que é enriquecedora a abordagem de questões ambientais na escola, pois estas se integram ao processo mais amplo da formação dos estudantes.

Porém, da forma fragmentada com que são ensinadas nas escolas, as geociências *"não são suficientes para promover nos educandos nem a compreensão do sistema Terra nem a sensibilidade necessária para enfrentar os desafios impostos pela degradação ambiental"* (Toledo, 2002). A Geologia, por estudar a Terra em sua totalidade, é imprescindível para o entendimento global do planeta, pois agrupa todas as outras ciências (Química, Física, Biologia etc). Porém, incoerentemente, é hoje ainda deixada em segundo plano nos currículos escolares.

## 4. Objetivos e metas

O ensino básico constitui, para a grande maioria dos estudantes, o primeiro contato intensivo com a ciência de nossa época. Para muitos deles será, também, o único momento desse convívio. Partindo desta constatação, pode-se afirmar que a maneira de se abordar e se trabalhar com esses saberes sistematizados, e, portanto, a própria forma de sua organização e apresentação detêm importância considerável para o processo de aprendizado escolar e, mais genericamente, para a formação dos jovens brasileiros.

Os objetivos visados por este trabalho se ligam às considerações acima expostas. Com as reconhecidas limitações que derivam de uma formação alheia ao campo didático-pedagógico, as propostas aqui apresentadas procuram contribuir para o trabalho de ensino desenvolvido no Ensino Fundamental, no âmbito específico das Ciências da Terra.

Concretamente, o trabalho apresentado é composto de duas partes interligadas. A primeira é uma reflexão sobre a importância das geociências no ensino e sobre o uso de material de auxílio didático de Geociências para aplicação no ensino básico. Será discutida a importância dos modelos, em escala de sala de aula, voltados a apresentar ou ilustrar os processos geológicos e seus produtos. Ela constitui, fundamentalmente, uma leitura comentada dos autores que se dedicaram ao tema.

A segunda parte do trabalho refere-se à escolha e desenvolvimento de alguns modelos de auxílio didático. Segue-se o relato de seu uso em aulas experimentais, e a avaliação de sua eficiência como ferramenta de apoio ao aprendizado. Esse ensaio didático é complementado com um Guia, contendo as fundamentações teóricas dos processos ilustrados, as instruções de confecção e de utilização de cada modelo, em linguagem acessível tanto a professores como a alunos, e os comentários sobre seus resultados.

Espera-se com isso contribuir para um melhor entendimento da dinâmica dos processos naturais e da inter-relação entre os elementos do sistema Terra, visando a mudança da forma de entendimento dos alunos em relação à realidade natural, e incentivar a busca de uma maneira mais responsável e crítica de agir perante a ocupação do meio físico e o uso de seus materiais.

## 5. Revisão bibliográfica

Com o intuito de melhor organizar o trabalho, optou-se por realizar a separação do material consultado nos dois blocos temáticos que sintetizam suas principais preocupações.

São eles: (a) a justificativa da importância das geociências na formação escolar e (b) as discussões acerca da validade do uso de experiências concretas no aprendizado.

### **a) A importância das Geociências no ensino**

As consequências das atividades econômicas da nossa sociedade, guiadas pelo princípio da acumulação, têm resultado em inúmeras catástrofes de degradação ambiental. Alguns dos principais problemas deste teor, levantados por Toledo (1998) são listados a seguir:

*"- ocupação urbana desordenada, provocando desmatamento, erosão, assoreamento de drenagens, inundações, poluição de mananciais e impermeabilização de solos;*

*- extração de minérios com destruição da fauna, flora e do solo que os sustentava, e que não mais se regenera em sua riqueza original, além de provocar poluição significativa nos solos, na atmosfera e nas águas, e ainda desperdiçar parte significativa dos bens explorados;*

*- manejo agrícola inadequado de enormes regiões, causando empobrecimento, muitas vezes irreversível, dos solos;*

*- utilização excessiva de energia retirada dos combustíveis não renováveis, cuja extração e utilização são altamente poluentes."*

Desta forma, "no momento histórico atual a Geociência relaciona-se com dois temas de transcendental importância para a sobrevivência atual e futura da humanidade: os recursos naturais e o 'equilíbrio' ambiental. No tocante ao 'equilíbrio' ambiental, fornece as bases do conhecimento para a compreensão da dinâmica da natureza assim como das condições e fatores associados a seus ajustes contínuos no tempo e no espaço. Por tratar de escalas amplas de espaço e tempo, permite a percepção de comportamentos da natureza impossíveis de serem percebidos na escala humana. Conseqüentemente, a Ecologia, enquanto voltada para a questão do meio ambiente no seu sentido mais amplo, só poderá se desenvolver adequadamente se estiver solidamente assentada tanto na Biociência como na Geociência" (Paschoale et al., 1981).

Apesar do enorme progresso por que passaram as Geociências, embasado nos inúmeros avanços tecnológicos e científicos, não houve mudanças significativas no que diz respeito ao seu ensino no Brasil (Toledo, 1998). A mesma autora afirma que, atualmente, o que se estuda sobre Geociências nas escolas são noções superficiais sobre alguns temas como ciclo da água, tipos de rochas, tipos de solos e recursos naturais, entre outros. Além da reduzida quantidade de informações, estas ainda são abordadas de forma fragmentada,

sendo assim impossível, para os estudantes, o encadeamento das poucas informações disponíveis para o entendimento do ciclo terrestre global e da inserção efetiva da sociedade nesse contexto (Toledo, *op. cit.*).

Lopes (1988) acrescenta a essas preocupações a defesa do posicionamento político na produção do conhecimento, e na qualificação desta ciência através de um trabalho continuado de reflexão sobre seu próprio objeto: "...por considerarmos a ciência geológica, enquanto um instrumento conceitual de trabalho, um construto ideológico, indispensável para o processo de cognição do planeta, enfatizamos, na nossa prática, uma leitura de aspectos da natureza, sobretudo de um ponto de vista geológico. Mas se entendemos o conhecimento geológico desse modo, como linguagem, representação, construto ideológico, visão de mundo e se temos para nós que existem várias maneiras de se inteligir o mundo, também sob diferentes enfoques geológicos, não poderíamos deixar de nos perguntar sob quais concepções de ciências geológicas trabalhamos. Buscamos uma visão de mundo que se baseie em uma concepção de natureza abrangente, histórica, não dissociada do âmbito da produção social. Uma visão que contribua para uma compreensão crítica da apropriação da natureza pelo homem, bem como de suas consequências. Uma geologia que mostre suas inexatidões, enquanto ciência, com teorias contestadas ainda sem explicações para muitas evidências de fenômenos; que mostre a dificuldade de raciocinarmos em escala natural, de vermos os objetos em suas três dimensões, acostumados que estamos aos livros ou à televisão".

Este pensamento é completado por Paschoale *et al.* (1981), em artigo onde discorrem sobre o tema de fragmentação ou especialização das ciências como fator de bloqueio do ensino de Geociências no ensino de Primeiro Grau: "É indubitável que as diversas áreas do conhecimento apresentam tanto suas lógicas próprias de conteúdo quanto metodologias específicas de investigação. É também bastante nítido, à luz da própria História, que a Ciência, à medida que evoluía, subdividia-se e o seu próprio progresso deveu-se, em grande parte, às sucessivas ramificações. Porém, é também indubitável que, na natureza, os fenômenos ocorrem integrados entre si, não sendo originariamente físicos, químicos ou biológicos; muitas conquistas científicas de real significado têm acontecido, cada vez mais freqüentemente, em campos intedisciplinares como a físico-química, bioquímica, geofísica, geoquímica etc. A criança da escola de Primeiro Grau, em sua visão sincrética do mundo, está muito mais próxima de uma visão integrada do mesmo do que da visão compartmentada propiciada pelas diversas áreas do conhecimento científico, que já representam em si mesmas uma enorme abstração que dificilmente a criança pode alcançar. A escola de Primeiro Grau deve ter compromissos

*apenas com a formação da criança e do seu raciocínio e nunca com a possível profissionalização da mesma a nível universitário. Desta forma, interessa, muito mais do que ensinar isoladamente física, química e biologia, preparar a criança para compreender o meio em que vive, desenvolvendo noções fundamentais que transcendam áreas estanques do conhecimento científico".*

Assim, "dentro da perspectiva apresentada, em termos de conteúdo, o elemento integrador mais natural é a própria Terra, percebida e analisada nas suas diversas escalas espaço-temporais. Em outras palavras, a Geologia no seu sentido mais amplo – a Geociência – representa uma alternativa curricular extremamente favorável à compreensão científica e integrada da natureza. Posteriormente a essa compreensão básica, poderiam seguir-se, em outros níveis de escolaridade e sem as desnecessárias barreiras de compartimentação precoce do conhecimento, as futuras especializações" (Paschoale *et al.* 1981).

Desta forma, o tratamento global das Ciências da Terra no ensino apóia-se basicamente na idéia de que conhecimentos fragmentados, tratados de forma dispersa, não são suficientes para promover nos educandos nem a compreensão do sistema Terra, nem a sensibilidade necessária para enfrentar os desafios impostos pela degradação ambiental já verificada (Toledo, 2002).

Potapova (1968) expõe com precisão o aporte que o conhecimento geológico pode trazer ao processo de compreensão do Planeta, se o entendermos como uma ciência que, em interação com as demais que estudam a esfera social, sintetiza os conhecimentos sobre a evolução da Terra, em uma abordagem globalizadora da natureza, por meio da investigação do conjunto dos processos naturais em suas interrelações históricas.

A partir da interação com os demais campos científicos dedicados aos estudos dos processos naturais contemporâneos, a ciência geológica ocupa-se da decodificação dos traços fixados de processos similares no passado geológico, do estudo das leis e da predição do futuro curso desses processos, buscando uma compreensão sobre o seu desenvolvimento histórico ao longo do tempo geológico (Lopes, 1988).

Debesse-Arviset (1974), discorrendo sobre tais problemas metodológicos do ensino, reforça que "as abstrações atualmente propostas aos alunos não permitem, mesmo, fazê-los compreender o tempo ou o clima, tais como se apresentam eles na realidade. A geografia escolar decompõe as diferentes qualidades físicas do ar – temperatura, pressão, precipitações – a exemplo da ciência meteorológica. Estuda ela, antes de mais nada e separadamente, sua distribuição no globo. Os mapas de isotermas, de isobares e das precipitações ilustram todos os manuais do segundo grau. Elaborado com base em médias

*corrigidas, eles só têm existência matemática. Essa ciência assim, não somente é inútil para a educação da imensa maioria dos futuros cidadãos, como também a antítese de um método de iniciação geográfica. É evidente que um calor úmido não tem nenhum efeito semelhante ao calor de grau igual, mas seco, nem sobre o solo, nem sobre as plantas, nem sobre os seres. O mesmo acontece com todos os caracteres abstratos separados pela análise, estudados em capítulos diferentes, que, na realidade, são indissolúveis, e devem ser abordados conjuntamente, para uma iniciação em geografia (...)".*

Suarez et al. (1992) sintetizam “*trinta razões para aprender mais Geologia na educação secundária*”, apontando argumentos de ordem sociológica, epistemológica e psico-pedagógica, concluindo que a Geologia encontra-se em pé de igualdade com outras ciências com relação à contribuição para desenvolver nos estudantes as competências e habilidades que se deseja nesta etapa da escolarização, destacando que a Geologia, por suas peculiaridades, permitiu à humanidade uma visão diferente do mundo e do método científico, não sendo, como equivocadamente se aponta algumas vezes, uma ciência descritiva, memorizadora e abstrata. Ao contrário, a Geologia, em particular, e as Geociências como um todo, como resume Toledo (2002), são campos do conhecimento que integram as demais disciplinas compartmentadas tradicionalmente no ensino, representando a aplicação natural de todas elas, sendo os materiais e processos geológicos as bases dos materiais e processos estudados em Física e em Química.

**b) Metodologia de ensino de Geociências com enfoque na realização de experiências concretas**

O princípio pedagógico de se ensinar de forma a propiciar a experiência concreta dos estudantes com a matéria ensinada foi elaborado no século dezesseis, por Comenius. No prefácio de Incontri do livro de Covello (Covello, 1999), entre os tópicos listados como integrantes do pensamento desse educador, estão os seguintes:

- “*o respeito ao estágio de desenvolvimento da criança, no processo da aprendizagem;*
- *a construção do conhecimento através da experiência, da observação e da ação;*
- *interdisciplinaridade;...*”

Citando o próprio Covello, sobre Comenius:

*“Para o ensino das ciências, preconiza o contato direto do aluno com o objeto em estudo para que veja, examine e perceba as suas particularidades. Só na impossibilidade disso, o professor deve recorrer a modelos artificiais, mapas, desenhos etc.*

*inoperante se não for unida ao emprego de uma série de meios que ponham o aluno em contato, de forma direta, com os fenômenos naturais que se estudam.*"

Já Cózar & Rojo (1981) sugerem que se exerça uma pedagogia que atenda mais aos métodos de obtenção do conhecimento do que aos conteúdos, baseando-se no emprego de atividades que exercitem aquelas faculdades que se pretende desenvolver nos alunos, como as "*faculdades físicas e psíquicas, as habilidades manuais e, em geral, qualquer potencial humano*". "*A índole da geologia é científica; portanto, seu estudo poderá potencializar aquelas faculdades postas em jogo quando se emprega o método científico de investigação*", completam.

Os mesmos autores prosseguem afirmando que "*explicações dogmáticas que não deixam o aluno fazer nada que não sejam tomar apontamentos ao pé da letra, ou essa ingrata memorização passageira que todos conhecemos, podem inibir mais do que estimular as faculdades do estudante e provocar o rechaço da informação recebida mas não solicitada. É preciso conhecer, portanto, os centros de interesses dos alunos e estabelecer as conexões oportunas entre estes e o objeto de estudo até conseguir que eles abarquem em seu raio de curiosidade e, portanto, de ação. Não há nada mais aborrecedor que aprender coisas que não calam o espírito, coisas para as quais este permanece indiferente*". Trata-se pois de "*incutir um método de trabalho que garanta sua independência intelectual*" (Cózar & Rojo, 1981)

Em contraposição a isso, "*uma orientação marcadamente memorística, sem conexão com a experiência do aluno nem com a sua colaboração no processo de obtenção de conhecimento, fazem com que a Geologia torne-se uma matéria extremamente antipática*" (Yebra et al., 1981).

A partir do exposto, vemos que um dos objetivos fundamentais do ensino de Ciências é "*instruir o aluno no espírito do método científico, para que, mediante sua aplicação, este possa resolver os problemas a que a vida o expõe. Através do método científico, o aluno toma as rédeas de sua própria aprendizagem e esta se torna uma tarefa de redescobrimento*" (Jiménez, 1981). Yebra et al. (1981) concordam com esta visão e acrescentam que o enfoque do ensino de Geologia por meio da metodologia científica, segundo a qual o aluno deverá cumprir fases do trabalho científico como observação, compilação de dados, formulação de hipóteses etc., possibilita ao aluno a realização de 'descobertas'.

Em conexão com essas proposições, a preocupação de preservação da visão de conjunto é assinalada por diversos autores. Assim, De Val (1980) afirma que "*é indubitável que o estudo dos fenômenos próximos não é incompatível com as generalizações e*

*sínteses que perseguem todo cientista. Não é menos indubitável que a síntese deve ser precedida da análise e que essa deve efetuar-se sobre as 'realidades' próximas, únicas, acessíveis".*

Em artigo em que apresenta modelo metodológico de ensino voltado ao Ensino Médio, a partir da utilização do método indutivo e dedutivo no estudo da gênese e dos processos de formação da paisagem natural, Pedreira (1981) conclui que o entendimento de que "a percepção da interação das forças geológicas e biológicas em sua gênese é um aspecto importante para uma adequada interpretação das formas paisagísticas. Do ponto de vista didático, é importante que o aluno aprenda a relacionar as forças vivas e não vivas, e que deste modo chegue a entender a Natureza como um todo, sem cair na dicotomia Biologia-Geologia".

Desta forma, "do ponto de vista do ensino da geologia, em qualquer nível, é importante o enfoque do tema, a fim de que o aluno relate a matéria aprendida nas aulas com a realidade do mundo que o rodeia. Deste modo, um estudante de geologia ou de geomorfologia encontra utilidade em seus conhecimentos teóricos ao ser capaz de interpretar formas geológicas, diretamente ou em filme, televisão ou fotografia. Isto é especialmente importante quando se trata com alunos jovens, e que neste modo vêem satisfeitas suas ânsias de descobrimento e se sentem capazes de aplicar seus conhecimentos a uma situação real determinada" (Pedreira, op. cit.).

Portanto, entendemos que o estudo das Geociências pode se tornar mais ou menos enriquecedor, e mais ou menos interessante, conforme a metodologia de ensino empregada. Baseado nessas preocupações, ressalta-se o uso de modelos como recurso de auxílio didático para o ensino das Geociências como forma de facilitar a compreensão de sistemas e processos geológicos, à medida em que se oferece ao aluno uma referência, a partir de uma experiência com resultados concretos, em que ele pode se basear para imaginar e entender informações mais complexas.

Conforme De Val (1980), "estudando o imediato alcançaremos, por indução, a lei geral que abarca todos os fenômenos afins".

## **6. Materiais e Métodos**

Serão apresentados a seguir, os principais passos metodológicos para a realização deste trabalho. Suas etapas foram separadas em 4 subitens. Sejam eles: Consulta a

*trabalhos anteriores, Confecção dos modelos, Confecção do guia de utilização dos modelos e Aplicação e avaliação do material.*

### **6.1. Consulta a trabalhos anteriores**

Os trabalhos consultados durante a realização deste trabalho pertencem, principalmente, à biblioteca do Instituto de Geociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e consistem, em sua maioria, em dissertações de mestrado e teses de doutorado e anais de congressos de Geologia, além de outras publicações.

### **6.2. Confecção dos modelos**

Considerou-se interessante apresentar aqui, de início, algumas características fundamentais da modelagem – entendida como construção e uso de modelos - de uma maneira geral. Pretende-se, com isso, esclarecer a forma de abordagem do conceito de modelo usado no trabalho.

*"A representação da realidade é sempre parcial e finalista. A parcialidade se manifesta tanto na abrangência quanto no grau de detalhamento, que dependem, por assim dizer, do ponto do observador. Por outro lado, o ponto do observador depende da finalidade deste último. Assim, os modelos são uma representação simplificada da realidade e a simplificação surge como uma característica tanto intrínseca quanto útil dos modelos. A simplificação vem presidida por uma finalidade, finalidade essa que, quando explicitada constitui o objetivo dos modelos segundo suas dimensões: a do poder de previsão e a do campo de competência (ou parcela da realidade abrangida) (Deák, 1980).*

*Modelo é uma representação parcial da realidade. Daí decorre que uma propriedade intrínseca de todo modelo é o fato de que simplificação acompanha sua elaboração. Procuramos insistir nesse ponto, já que são muitos os que reprovam os modelos por sua 'imperfeição', ou por sua omissão sobre este ou aquele aspecto do fenômeno representado. Queremos ressaltar aqui que simplicidade não só é uma característica intrínseca, e requisito básico, como também é um fator de qualidade dos modelos, relacionado com o próprio objetivo desses; o de fornecer uma representação do fenômeno considerando que a mente seja capaz de abranger mais facilmente do que o original." (Deák, 1980).*

Deák (1980), mais uma vez abordando o assunto de modelagem, enumera o que ele chama de características básicas dos modelos:

- "1 – Modelo é uma representação de algo;*
- 2 – Esse algo é um fenômeno, ou seja, uma parcela de realidade percebida. É implicado, portanto, um observador e sua acuidade de percepção;*

*3 – A representação é explícita. Um modelo ganha tanto mais nitidez quanto mais univocamente for definido."*

Compreendida a utilidade dos experimentos práticos no processo de ensino, e delineados os contornos teóricos da modelagem, a escolha dos fenômenos a representar por meio de modelos constituiu um outro problema a ser enfrentado. A questão tem dois aspectos: o primeiro deles claramente mais complexo: trata-se de decidir sobre os fenômenos a escolher. Em outras palavras, responder a: o que modelar? segundo que critérios de escolha? Pelo interesse? Pela completude em relação ao currículo escolar?

O segundo aspecto foca os recursos passíveis de mobilização na feitura dos modelos; O critério completa e dá contornos reais ao precedente; Trata-se de garantir sua factibilidade em sala de aula.

Visando garantir condições para que a feitura dos modelos e experimentos não esbarrasse em dificuldades maiores, foram fixados alguns parâmetros gerais. São eles: utilização de materiais de custo relativamente baixo, fácil manuseio, razoável durabilidade e resistência, assegurando aos modelos e experiências facilidade na execução, mobilidade e capacidade de reutilização. Tais modelos e experiências deveriam partir da escolha de algum tema de interesse para o público foco e permitir uma apresentação didática deste tema.

Já durante o desenvolvimento do Projeto Inicial do Trabalho de Formatura, foram previstas eventuais mudanças no tema dos modelos e experimentos se, porventura, fossem encontradas limitações práticas e/ou logísticas na realização dos mesmos. Desta forma, a lista de experimentos apresentada no Projeto Inicial tinha a intenção de dar as diretrizes pelas quais o trabalho deveria seguir, mas visava, também, permitir certa flexibilidade, característica necessária a um trabalho que efetivamente iniciar-se-ia naquele momento, e não contava com dados ou resultados anteriores.

Durante o desenrolar da pesquisa, foram estabelecidas outras regras para a escolha dos modelos e experiências a serem apresentadas. Tais regras visavam a excluir idéias que, logo de início, tivessem algum fator limitante, que indispusessem o leitor do guia a realizar tais experimentos ou modelos; como, por exemplo, a utilização de equipamentos de laboratório ou de materiais encontrados somente em mercado especializado.

Desta forma, por dificuldades práticas e/ou logísticas e pelas restrições concernentes aos novos parâmetros fixados, a relação de experimentos e modelos apresentados no Projeto Inicial do Trabalho de Formatura foi em parte modificada. Foi a partir desta nova seleção de modelos que se procedeu à escolha daqueles que seriam efetivamente testados no âmbito do trabalho, a partir de aplicações em sala de aula.

De modo geral, os modelos e experiências propostos neste trabalho são fruto de idéias próprias ou de idéias adaptadas de livros didáticos ou científicos, vídeos e outros materiais de divulgação científica.

Alguns deles são de simples execução, podendo ser preparados pouco antes da aula, outros são mais elaborados e devem ser preparados com antecedência. A maioria apresenta resultados rápidos, podendo ser realizados durante a aula, sem grandes problemas, sendo que todos podem ser montados de modo provisório e desmontados logo após o uso.

Os experimentos e modelos foram realizados no Laboratório de Análises Mineralógicas do Instituto de Geociências – USP e foram documentados nos seus diferentes estágios de evolução em fotografias digitais, inseridas no corpo do guia. Tais fotografias deverão servir para auxiliar o leitor na montagem das experiências e modelos sugeridos, com a demonstração dos vários estágios de montagem dos mesmos. Além disso, a partir destas fotos, poderia-se dar ao leitor do guia uma noção do resultado final de cada uma delas.

### **6.3. Confecção do guia de utilização dos modelos**

O guia que acompanha a utilização dos modelos e experiências (Anexo 1) foi realizado com o intuito de dar ao leitor, seja ele professor ou aluno, a idéia de como ele poderia utilizá-los em suas aulas, 'amarrando' fenômenos, vivências, observações em um conjunto coeso, e dar as diretrizes para que ele mesmo realize as experiências descritas neste trabalho.

Foi organizado de forma a conter, além de uma explicação detalhada do modo de realização das experiências e modelos inclusos, textos explicativos onde esses modelos e experiências se inserem em um contexto em que fazem pleno sentido como conhecimento a ser adquirido, e não serem vistos simplesmente como curiosidades soltas, aguardando um dia serem realizadas.

A simplicidade das experiências e modelos propostos vem corroborar a intenção de possibilitar ao professor a utilização deste material prático em suas aulas, fazendo com que tais atividades deixem de ser vistas como excepcionais, limitadas a um dia ideal, num laboratório ideal.

Além disso, a simplicidade dos experimentos poderá servir como incentivo para que o professor ou aluno invente mais experiências ou modelos deste teor. Desta forma o guia estaria cumprindo sua mais importante proposta, pois a simples tentativa de se inventar um

modelo ou experiência, ou mesmo um exemplo ou argumentação que traga à tona algo que seja próximo, já será um exercício de identificação e aproximação ao objeto de estudo.

O guia de utilização dos modelos e experiências tenta pôr em prática algumas das idéias aqui defendidas. Sejam elas:

- uso de material prático de apoio pedagógico em sala de aula;
- a aproximação do leitor ao tema estudado, a partir do estabelecimento de relações do referido tema com ambientes, objetos e situações de conhecimento comum;
- a não restrição do estudo do objeto à mera exposição de dados, mas, à colocação do mesmo em contexto;
- a solicitação do uso da imaginação e o incentivo ao uso do raciocínio lógico-dedutivo;
- a mobilização de conhecimentos de outras áreas científicas na busca de interpretação dos fenômenos estudados.

Cabe acrescentar, finalmente, que o guia não tem pretensões de abranger os conteúdos de Geociências abordados na 5<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental. Busca, apenas, incentivar o hábito de se trabalhar com modelos e experiências. Desta forma, entende-se que, uma vez efetivado esse hábito, professores e estudantes superarão, em sua própria prática, o caráter necessariamente limitado do conteúdo do guia, que terá cumprido plenamente seu papel precisamente por essa superação.

#### **6.4. Avaliação dos modelos e experimentos**

Em sintonia com o objetivo central deste trabalho, qual seja, refletir sobre a utilização de modelos e experimentos na prática de ensino de geociências, o foco da avaliação a que se refere aqui não são os modelos e experimentos enquanto representações ou simulações de fenômenos geológicos. O que se buscou avaliar, essencialmente, foi o grau de eficácia de utilização de modelos e experimentos em geral, como auxílio no aprendizado.

Para isso, foi necessária a idealização de método de avaliação que garantisse a obtenção de dados concretos sobre a real contribuição das atividades práticas no aprendizado.

Uma das saídas encontradas para esta proposição foi a realização de testes com alunos. Para tanto, entendeu-se que deveria ser escolhida uma faixa etária determinada, para a qual o material a ser desenvolvido seria destinado, a fim de possibilitar a submissão dos dados obtidos a um mesmo tratamento e possibilitar comparações entre os resultados.

Foi escolhida, então, a 5a série do Ensino Fundamental, que é, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais uma das séries que mais possui conteúdos de Geociências em seu programa.

A realização dos testes foi feita em parceria com o Museu de Geociências da USP. Assim, a aplicação do material seria feita em turmas de 5a série do Ensino Fundamental que estivessem visitando o Museu em período coincidente com o programado no Cronograma de Atividades deste trabalho, que seriam os meses de junho e agosto de 2002. Desta forma, os contatos foram feitos pelo Museu de Geociências, que sondou o interesse das escolas e, principalmente, dos docentes responsáveis, quanto à participação de seus alunos em tal atividade.

Para a medição da eficiência dos modelos no auxílio ao aprendizado, entendeu-se ser necessário obter dados para comparação entre alunos que utilizaram modelos e experimentos e alunos que não os utilizaram. Porém, a comparação de alunos de diferentes escolas poderia levar a sérias discrepâncias, considerando que cada escola possui características diversas, por sua própria história e tradição, pelo seu corpo docente, por situar-se em um bairro específico, ser freqüentada por pessoas de determinado nível de renda, etc.

Por esta razão, ao invés tentar comparar resultados de diversas escolas, definiu-se, em cada turma de alunos representativo de uma escola (e todos pertencentes a uma mesma classe), dois subconjuntos: o grupo do experimento e o grupo de controle (respectivamente os que teriam ou não acesso aos modelos antes da aplicação de um teste de verificação). Esta solução fez dividir o teste em 3 etapas.

A primeira, a aplicação de uma aula teórica para a classe toda, com o intuito de introduzir os conceitos básicos do assunto a ser abordado nas experiências e modelos. Com isso garantiria-se, também, que todos os alunos tivessem pelo menos uma base de conhecimento comum sobre o assunto a ser explorado.

A segunda, seguiria-se à aula teórica: os alunos seriam separados nos dois subconjuntos acima referidos, e que, por isso, realizariam suas atividades em ordem inversa uma da outra: um deles responderia ao questionário sobre o assunto abordado em aula, enquanto o outro participaria da atividade prática com os modelos.

Ao término destas atividades, na terceira e última etapa da aplicação do teste, os grupos seriam invertidos, de modo que o grupo do experimento agora responderia ao questionário, e o grupo de controle acompanharia a atividade prática.

Desta forma, poderia-se ter, em uma mesma classe, dois grupos com diferentes experiências. Os questionários obtidos de cada grupo seriam corrigidos separadamente e,

posteriormente, comparados. As diferenças observadas entre o desempenho dos dois grupos constituiriam, então, o resultado da avaliação da eficácia do uso dos modelos.

Foram avaliadas, ao todo, 5 classes de 5º série do Ensino Fundamental, de diferentes escolas, todas pertencentes à Região Metropolitana de São Paulo.

Cada escola contou com um número diferente de alunos, que oscilou entre 23 e 43:

Escola Exodus – 32 alunos.

Escola Estadual Prof.ª Maria Cerqueira César – 43 alunos.

Colégio Adventista – 40 alunos.

Colégio Vida – 23 alunos.

Colégio Santa Catarina da Serra – 31 alunos.

Duas das cinco aplicações do teste foram realizadas em junho, e as outras três em agosto de 2002. Nas duas primeiras, abordou-se o tema "Água Subterrânea", onde foram utilizados dois modelos. Com as últimas três escolas abordou-se o tema "Mapa Topográfico", com a utilização de apenas um modelo.

A aplicação das aulas teóricas foi realizada pela formanda. Já outras etapas do trabalho, como a aplicação dos questionários e a realização de atividades práticas, que necessitavam ser realizadas simultaneamente, contaram com o apoio dos colegas da Graduação Ana Paula Justo, Ideval de Souza, Mariana Zuquim, Adriana Ferreira de Carvalho, e Sílvio Dutra Gomes.

Os questionários aplicados (ver Anexo 2) continham questões simples, que visavam verificar a compreensão dos conhecimentos abordados em aula e, no caso do grupo do experimento, também durante a atividade com os modelos.

A maior parte das questões era do tipo teste, onde as respostas corretas teriam que ser assinaladas com um 'x'. Outras, poucas, requisitavam a complementação de orações com letras ou números. Algumas, ainda, deveriam ser respondidas através de sinais feitos em um desenho.

Os questionários eram curtos, e continham de 3 a 5 questões.

A correção dos questionários foi realizada, e seus resultados foram organizados em 5 gráficos de barra, uma para cada escola. Em cada gráfico colocou-se, lado a lado, a porcentagem de acertos dos grupos do experimento e dos grupos de controle, para cada uma das questões propostas.

A análise destes gráficos será apresentada no item 8.3 deste trabalho.

## 7. Desenvolvimento do trabalho

As atividades descritas neste trabalho foram realizadas no período entre abril e dezembro de 2002 e foram divididas conforme cronograma apresentado abaixo.

**Quadro 1** - Cronograma cumprido na realização do Trabalho de Formatura

ATIVIDADES	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X		
Montagem dos modelos	X	X		X	X				
Redação do guia	X	X		X	X				
Aplicação nas classes			X		X				
Avaliação da aplicação				X	X	X			
Correção ou aperfeiçoamento dos modelos e do guia				X	X	X	X		
Interpretação dos resultados					X	X			
Redação dos relatórios				X			X	X	
Preparação da apresentação									X
Apresentação do Trabalho de Formatura									X

## 8. Apresentação e discussão dos resultados obtidos

### **8.1. Modelos e experimentos**

Durante o decorrer deste trabalho, foram desenvolvidos ao todo 3 modelos e 3 experimentos (Ver Anexo 1).

Como todos os modelos desenvolvidos foram realizados de forma a possibilitar seu desmonte, não se obteve, com este trabalho, um acervo fixo de materiais de auxílio didático. Portanto, o produto palpável do trabalho realizado resume-se ao guia de confecção e utilização destes modelos e experimentos em anexo.

Porém, apesar do princípio de se buscar conscientemente modelos e experimentos que oferecessem facilidade ou simplicidade de execução, ainda assim houve dificuldades na realização de algumas das atividades práticas previstas. Outras não deram o resultado esperado.

Durante a realização dos experimentos e construção dos modelos, surgiram inúmeras idéias de outras atividades a serem realizadas, que não serão apresentadas aqui pois não foram testadas. O desenvolvimento de experimentos e modelos é um terreno muito fértil e que provou dar bons resultados no que diz respeito ao auxílio no aprendizado. Assim, deixa-se como idéia para aquele que queira prosseguir nesta linha de trabalho, que o desenvolvimento de material prático constituiria um ponto importante a ser dada continuidade.

### **8.2. Guia de utilização dos modelos e experimentos**

O guia de utilização de modelos e experimentos (Anexo 01) foi redigido procurando-se mostrar ao leitor a relação dos assuntos abordados com fenômenos que todo o cidadão conhece, pretendendo, assim, aproximar o leitor do problema.

A redação deste guia foi algo dificultosa, por exigir a busca de uma linguagem, acessível, também a alunos de 5<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental, que não dominam o vocabulário técnico-científico usual no tratamento de tais assuntos. Do mesmo jeito, a dificuldade na forma de abordagem dos assuntos, certamente agravada pela falta de uma formação didático-pedagógica.

### **8.3. Desenvolvimento do método de avaliação**

O próprio método de avaliação dos modelos e experiências é considerado, aqui, como um resultado, por tratar-se de um método idealizado e testado no âmbito deste trabalho.

Tal método passou por diversas modificações no decorrer do trabalho até, finalmente ser definido conforme o exposto no item 6.4..

A realização desta atividade em vinculação com o Museu de geociências possibilitou muitas vantagens, não só do ponto de vista logístico, mas também da receptividade da escola:

- por vincular, de início, este trabalho ao Museu de Geociências e ao Instituto de Geociências da USP;
- por diminuir a chance de tal atividade ser vista como uma interferência, já que estava sendo realizada em um ambiente novo e não na sala de aula da escola;
- por evitar uma interrupção maior no programa das escolas, já que neste dia, já haveria uma necessária quebra na rotina das classes, por terem que se deslocar até o Museu de geociências.

A receptividade do Museu de Geociênciа quando da realização destas atividades, deixa a entender que tais parcerias seriam muito benéficas para ambas as partes, pois reforçariam o esforço do Museu na divulgação das Geociências, e abririam a possibilidade de se realizar um laboratório experimental, com fonte inesgotável de material humano.

Por fim, reforçamos que este método poderia ser utilizado e aperfeiçoado por qualquer pessoa que quiser realizar experiências neste campo pois foi muito bem sucedido.

### **8.3. Avaliação do uso de modelos como auxílio didático**

Foram avaliadas ao todo, 5 classes de 5<sup>a</sup> série de Ensino Fundamental de diferentes escolas, entre particulares ou pública.

Cada escola contou com um número diferente de alunos, que oscilou entre 23 e 43 alunos:

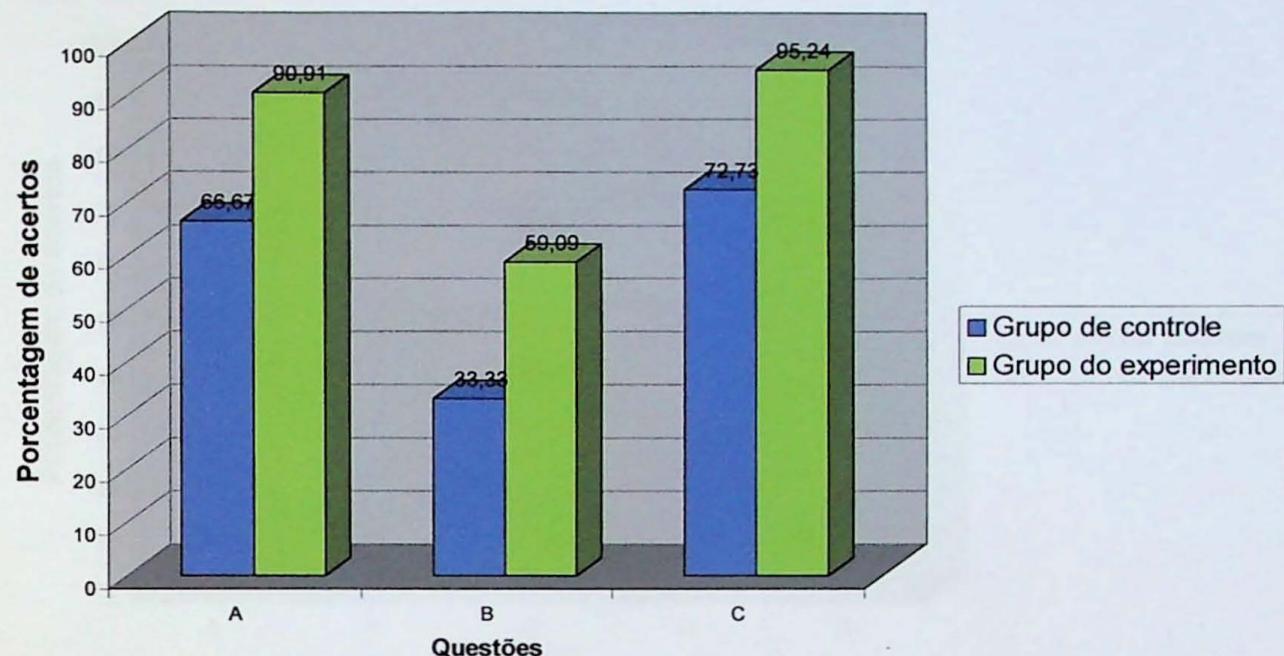
- a) Escola Éxodo – 32 alunos
- b) Escola Estadual Professora Marina Cerqueira César – 43 alunos
- c) Colégio Adventista – 40 alunos
- d) Colégio Vida – 23 alunos
- e) Colégio Santa Catarina de Sena – 31 alunos

Ao todo, analisou-se 169 questionários.

Os questionários foram corrigidos e separados por escola e por grupo (grupo que respondeu ao questionário antes das atividades práticas, chamado *Grupo de controle* e o grupo que respondeu ao questionário depois das atividades práticas, o *Grupo do experimento*).

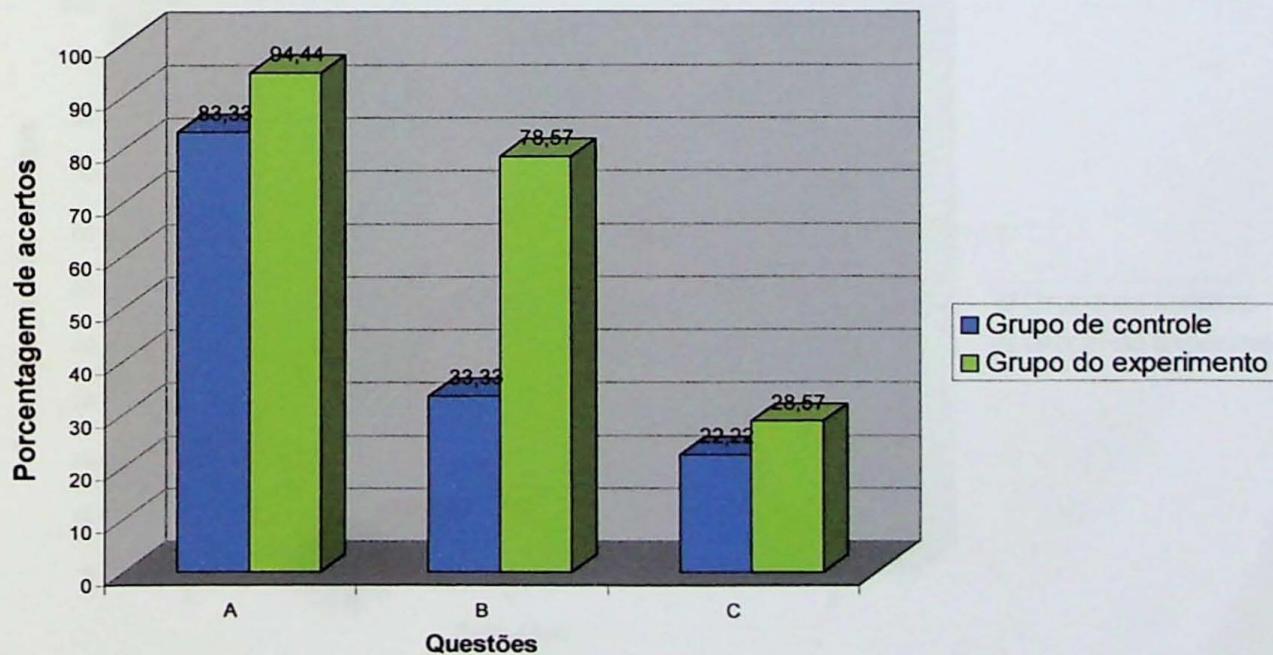
O número de respostas corretas em cada uma das questões propostas foi contabilizado, e transformado em valor de porcentagem de acertos. Estes valores foram, posteriormente, colocados em gráficos de barra para possibilitar a comparação entre os grupos. Tais gráficos serão apresentados a seguir:

### Escola Estadual Profa Marina Cerqueira César



**Gráfico 1** – Porcentagem de acerto das questões

### Escola Êxodo



**Gráfico 2** – Porcentagem de acerto das questões

Colégio Santa Catarina de Sena

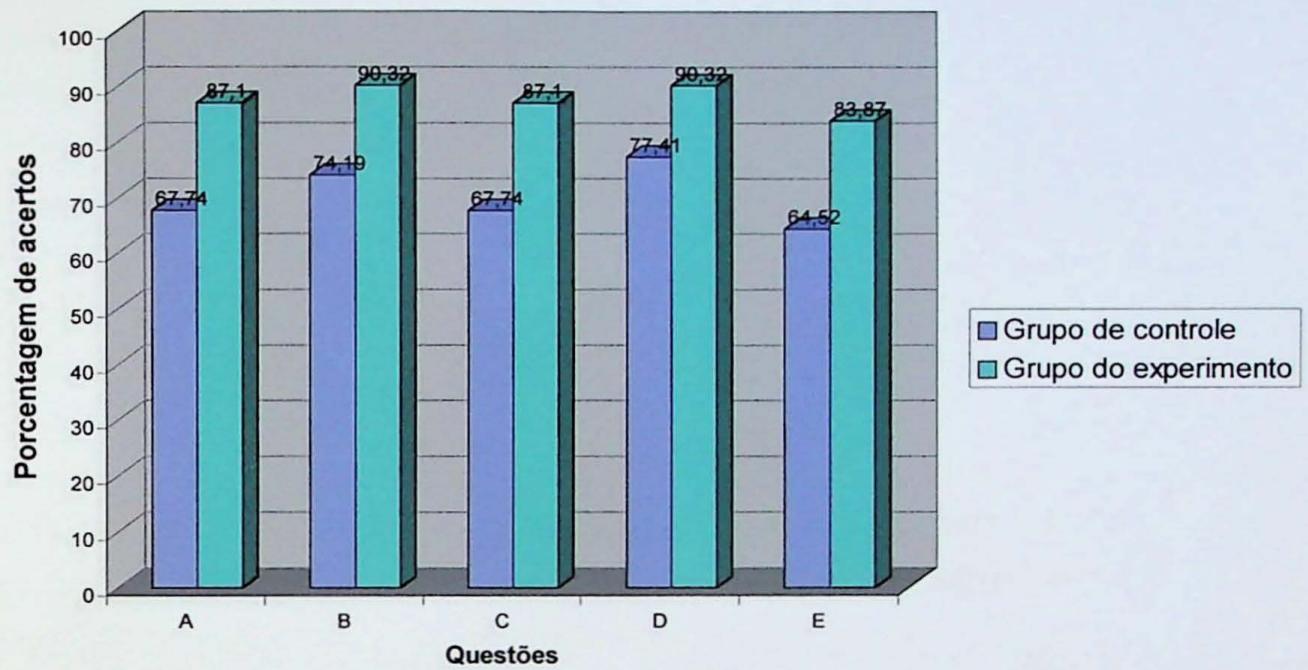


Gráfico 3 – Porcentagem de acerto das questões

Colégio Adventista

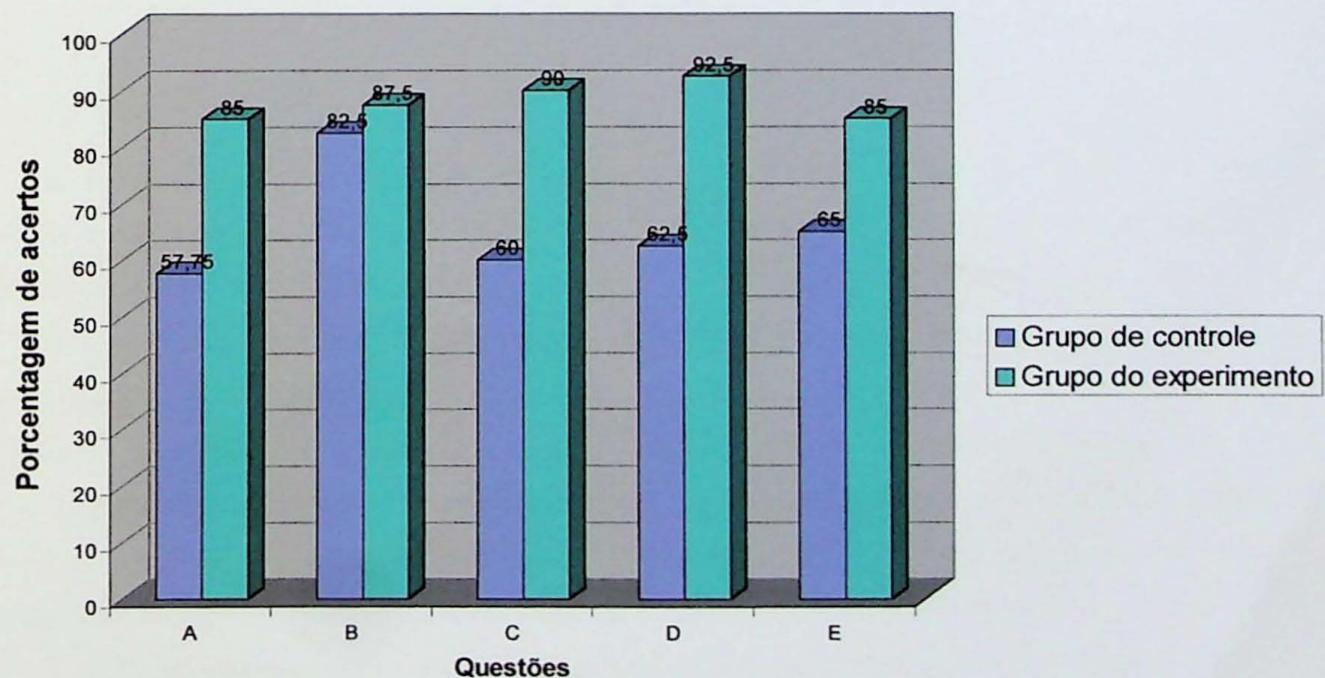
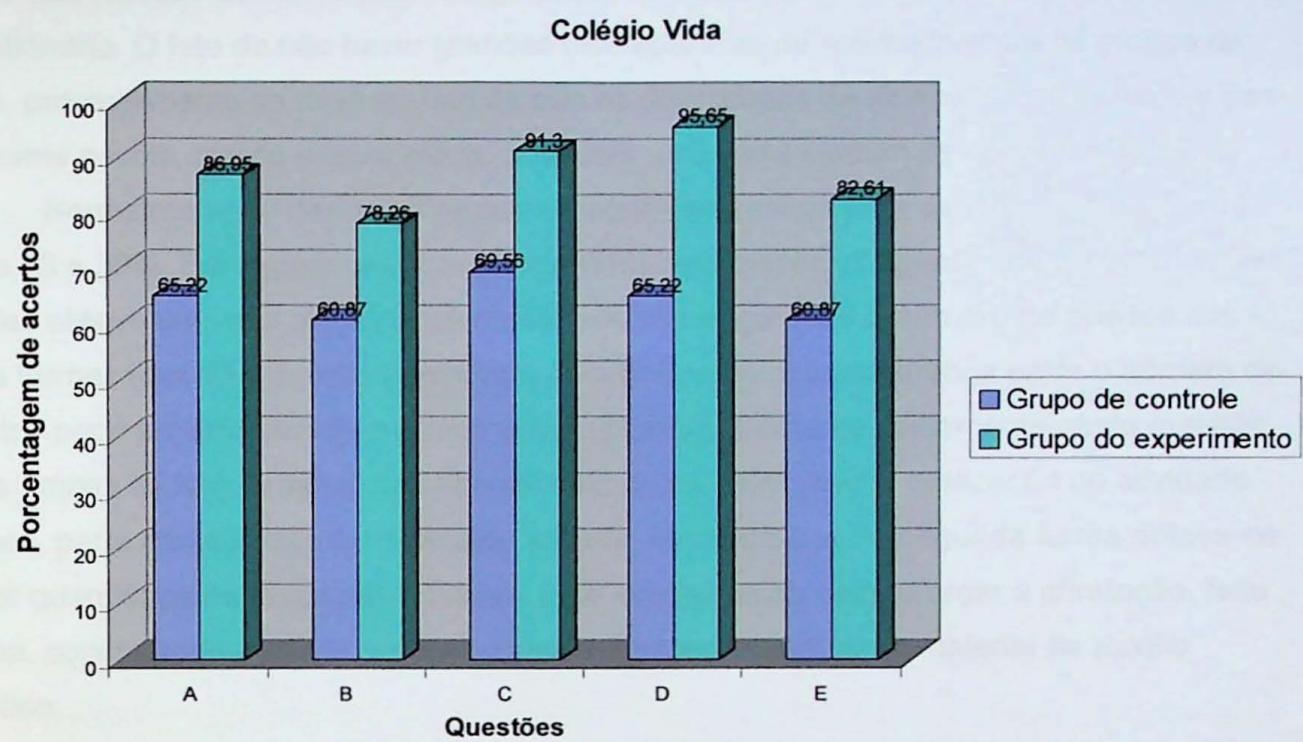


Gráfico 4 – Porcentagem de acerto das questões



**Gráfico 5 – Porcentagem de acerto das questões**

Pôde-se observar nitidamente, que o número de acertos foi sempre maior para o grupo que realizou atividade prática com modelos e experiências antes da aplicação do questionário. O fato de não haver grandes discrepâncias de resultado entre os grupos de teste, provavelmente se deve ao fato de que os dois grupos de alunos, como pertencentes à mesma escola, classe e faixa etária, possuem uma base comum de conhecimentos.

Normalmente, a diferença na porcentagem de acertos para as duas turmas ficou entre 18 e 30%. Em alguns casos a diferença foi bem menor, chegando até a 5%. Uma das turmas obteve um valor discrepante de 45% de diferença entre o número de acertos das duas turmas (questão B, respondida pela escola Éxodo). Essa diferença entre o número de acertos pode ter sido gerada por uma aula expositiva deficiente, justamente nesta questão, onde ambas as turmas teriam sentido dificuldades. Porém, com a realização de atividade prática, parte das dúvidas deve ter sido sanada, de modo que na segunda turma obteve-se maior quantidade de respostas corretas. Esta interpretação vem reforçar a afirmação, feita acima, constatando a eficiência dos modelos e experiências como material de auxílio didático.

Portanto, podemos afirmar que o uso dos modelos e experiências se mostrou útil como auxílio pedagógico pois o número de acertos foi sempre maior para a turma que respondeu o questionário após as atividades práticas.

## 9. Conclusões

O processo de ensino sempre carrega em si um projeto de transformação, e é graças a ele que o trabalho dos educadores não se estanca diante das dificuldades que a realidade impõe ao seu dia a dia profissional.

Em particular, o Ensino Fundamental do Brasil, que historicamente sempre lutou com um amplo conjunto de limitações, sejam de ordem política, social, econômica, cultural, institucional, ou outras, conta, também, com um trabalho da maior importância tanto no campo da reflexão, quanto no da prática pedagógica. Graças ao empenho dos educadores envolvidos nesse processo, as dificuldades da área são transformadas em novos e novos desafios, impondo a renovação permanente do projeto educacional dos jovens.

Assim, foi em resposta à percepção da crescente gravidade da degradação ambiental do território brasileiro que se passou a incluir, já há algum tempo, o Estudo do Meio no Ensino Básico. Entendendo que se trata de um esforço do maior significado, mas sabendo também que as condições socio-culturais dos estudantes, as dificuldades de

atualização profissional do corpo docente, e as limitações de livros e de material didático em geral obstaculizam o pleno desenvolvimento desse projeto, este Trabalho de Graduação procurou contribuir com seus meios para o aperfeiçoamento do aprendizado dos jovens na área das geociências.

O desenvolvimento do trabalho partiu do levantamento e leitura crítica da bibliografia específica sobre o tema. Apoiado nas conclusões desse estudo, seguiu-se o desenvolvimento de modelos e experimentos a serem utilizados no ensino, e a avaliação da eficácia dos mesmos no aprendizado.

Os testes realizados permitem reforçar a validade dos pontos de partida do trabalho, destacando-se tanto a importância do ensino da geologia como integrador de outras ciências (pois possibilita um entendimento mais amplo do mundo), quanto o interesse didático dos modelos e experiências como auxílio didático.

O trabalho se encerra com um Guia de utilização dos modelos e experiências propostos. O número desses experimentos é limitado, em parte devido a dificuldades técnicas enfrentadas ao longo da elaboração dos modelos. Mas é importante dizer que essa limitação não comprometeu o escopo projeto, uma vez que sua proposição fundamental não residia na abrangência do conteúdo didático, mas sim, no incentivo à realização espontânea, por professores e estudantes, de experiências similares. O texto que acompanhou os experimentos procurou reforçar essa proposta.

## Referências bibliográficas

- BARBOSA, J.A. & FERREIRA, D.M.S. A utilização de conhecimentos de paleontologia e geologia em projetos pedagógicos para-disciplinares de educação ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XLI., 2002, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa : Sociedade Brasileira de Geologia, 2002. 702p. p.567.
- BARBOSA, R. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/~jundiati/ensino/inicio1.html>>  
Acesso em: 18 set. 2002.
- CALVO, J.A.A. Análisis de algunos trabajos prácticos en la Geología del B.U.P. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. *Primer Simposio...* Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 263.
- CANDIDO, A. *Os parceiros do Rio Bonito*. 2.ed. São Paulo: Duas Cidades, 1971. 284p.
- COMPANI, M. *O fazer geologia com ênfase no campo na formação de professores de Ciências para o 1º Grau (5º a 8ª séries)*. 1988. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Faculdade de educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- COVELLO, S.C. *Comenius: a construção da Pedagogia*.3.ed. São Paulo: Comenius, 1999. 159p.
- CÓZAR, G.S. & VAL ROJO, M.A. Contenido y método. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. *Primer Simposio...* Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 217.
- CUNHA, C.A.L.S. *A geologia introdutória dos livros didáticos no Brasil*. 1986. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T (org.). *Geomorfologia: Exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- DEÁK, C. *Modelo de simulação do assentamento residencial*. 1980. 165f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DEBESSE-ARVISET, M.L. *A escola e a agressão do meio ambiente: uma revolução pedagógica*. São Paulo: Difel, 1974. 129p.
- GARCÍA, F.J.G.; GONZÁLEZ, S.P.; CÓZAR, G.S. Estructuras básicas para la enseñanza de la Geología en Bachillerato. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. *Primer Simposio...* Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 31.

- GIJÓN, A.C. **La Geología como área interdisciplinar**. 1988. 387f. Aula – Departamento de Geología, Universidad de Alcalá, Madrid.
- GODOY, H. **O método das pastilhas na compreensão das propriedades geotécnicas dos solos – um recurso didático**. São Paulo, Escola Politécnica, Universidad de São Paulo, 2001. (inéd.). 10 p.
- GRACIA, M.N. Un film didáctico y una serie de diapositivas sobre modelado glacial. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. **Primer Simposio...** Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 255.
- GUARDIA, G.G. Técnicas de estudio de la Geología en los niveles de 8.º de E.G.B. y 1.º de B.U.P. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. **Primer Simposio...** Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 197.
- GUERREIRO, J.A.C. O ensino e a divulgação das ciências naturais no México. In: HAMBURGER, E.W. & MATOS C. (orgs.) **O desafio de ensinar Ciências no século XXI**. São Paulo: Edusp, 2000. p.20-27.
- IMBERNON, R.A.L.; SÍGOLO, J.B.; TOLEDO, M.C. Análise crítica dos conhecimentos em geociências de alunos de 1º, 2º, e 3º graus e professores de 1º e 2º graus: primeiros resultados. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v. especial, n.2, p.3-10, 1994.
- JIMÉNEZ, J.M. Algunas consideraciones sobre la enseñanza de la Geología en el nivel medio. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. **Primer Simposio...** Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 37.
- LOPES, M.M. **Museu: uma perspectiva de educação em geologia**. 1988. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PASCHOALE C. Uma base para a elaboração do currículo de Geologia. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL, 1981, Belo Horizonte. **Teses...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. 2v., 268 p.
- PEDREIRA, A.R. Didáctica de la geomorfología y de la interpretación del paisaje. In: PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. **Primer Simposio...** Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 249.

Projeto Jundiati. Disponível em:

<<http://www.ige.unicamp.br/%7Ejundiati/ensino/mural1.html>> Acesso em: 03 ago. 2002.

**SANTOS, S.B. As geociências e o ensino: o porquê da geociências no currículum escolar.** 2001. 44f. Trabalho (Conclusão da disciplina Geologia Geral) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

**SÍGOLO, J.B. & ALUANI, S.S.** Modelos geológicos, uma forma didática e eficaz de educação em Geociências. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v. especial, n.2, p. 46-55, 1994.

**SUÁREZ, R.A.; RUIZ, P.B.; LA TORRE, E.G.; VARA, J.M.; RODRÍGUEZ, E.P.; SANROMÁN, L.S.** Treinta Razones para aprender mas geología en la educación secundaria. In: **SIMPOSIO ENSEÑANZA GEOLOGIA, VII, 1992, Compostela. Anais...** Compostela, 1992. p.231.

**TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F.; (org.).** **Decifrando a Terra.** São Paulo, Oficina de Textos, 2000. 557p.

**TOLEDO, M.C. Comunicação Verbal.** 2002.

**TOLEDO, M. C. M. A geologia na educação ambiental, no ensino de 1º e 2º graus e na cultura básica dos cidadãos.** São Paulo, Carta enviada ao Colégio Universitário, 1998. (inéd.)

**YEBRA, R.G.; SORIANO, M.C.G.; ADÁN, M.C.G.; PASTOR, M.D.L.; PLÁTORRES, M.** Una experiencia sobre la enseñanza de la Geología en el B.U.P. In: **PRIMER SIMPOSIO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA, 1981, Madrid. Primer Simposio...** Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 1981. 482p. p. 71.

**ANEXO 1**  
**GUIA DE UTILIZAÇÃO DOS MODELOS**

## **Experimentos e Modelos**

### **guia de utilização**

Este guia procura organizar a forma de abordagem exemplificação ou simulação e, também, representação de alguns temas complexos ligados ao estudo do meio, cujos protagonistas principais são a terra e a água.

## A ÁGUA SUBTERRÂNEA

Ao longo da vida, nós observamos uma grande diversidade de fenômenos relacionados com a água, como a chuva, a cheia dos rios, a seca, a evaporação, o granizo, a neve etc. Mas, de tão natural que isso nos parece, muitas vezes não nos damos conta da riqueza de formas através das quais se dá a movimentação de toda essa água no nosso planeta.

Um dos fatores indutores desse dinamismo, que faz com que a água se movimente e se espalhe pelo planeta, é a energia do sol. E é essa dinâmica da água que torna possível a vida em quase todos os pontos da Terra, porque a vida, tal como a conhecemos, depende essencialmente da água.

A água está em tudo. Está nos vegetais, nos animais, nas rochas, no solo, no ar que respiramos, ou seja, em todos os ambientes da superfície da Terra. Como a água está em constante movimento, podemos dizer que nós, seres vivos, e os também diversos ambientes do planeta, somos todos grandes ou pequenos reservatórios temporários desta água. Estamos constantemente retirando, armazenando e devolvendo água ao ambiente.

A passagem da água por seus diversos reservatórios é algo que nós, intuitivamente, entendemos, pois observamos muitas destas passagens no nosso dia-a-dia. Porém, o que nem todas as pessoas têm em mente é que cada um dos reservatórios de água tem ligação com todos os outros, pois o que a água realiza, em seu constante movimento, é um ciclo em que cada gotinha<sup>1</sup> de água descreve seu próprio percurso.

Se pudéssemos seguir uma gota de água durante seu percurso pela Terra, poderíamos acompanhar trajetos como o que descreveremos aqui. Mas antes, vamos propor uma questão:

Todos nós já vimos rios. A água dos rios sempre corre, mesmo que lentamente, para algum lado. Para o lado oposto ao que a água corre, sabemos que fica a nascente do rio. Como você imagina que seja a nascente de algum rio?

A nascente nada mais é do que a ressurgência da água à superfície da Terra em determinado local. Isto é, a nascente é um ponto no solo ou numa rocha, de onde a água brota.

E de onde vem essa água que brota nas nascentes?

Tente formular uma resposta para essa pergunta. Ao final do texto chegaremos a uma conclusão, e você poderá comparar à sua resposta.

Agora, vamos começar a imaginar o trajeto dessa gotinha, a começar por uma nascente. Da nascente, a gota seguiu, com várias outras gotas para dentro de um córrego que, no caminho, se juntou a outros córregos, formando um rio. Este rio passou por muitos lugares, sobre rochas, sobre o solo, transformando-se em cachoeira e voltando a ser rio de novo, até chegar ao oceano. No oceano ela passou muitos e muitos anos até, um dia, evaporar para a atmosfera.

É o vapor que está na atmosfera que forma as nuvens. Quando esse vapor se condensa, isto é, se reúne em um só lugar, as gotículas de vapor tendem a se juntar, formando gotas de água líquida. Estas gotas vão se juntando e crescendo, até atingirem peso suficiente para cair, formando a chuva. Então, aquela mesma gotinha, agora cai em direção à superfície da Terra, e atinge o topo de uma grande montanha.

Durante a queda, parte da água da chuva pode voltar para a atmosfera por evaporação e a outra parte, ao atingir a superfície da Terra pode seguir por dois caminhos diferentes: penetrar na terra, ou escorrer pela superfície. A gotinha que estamos seguindo penetrou na terra, aprofundando se cada vez mais.

Mas por que a água procura sempre os lugares mais baixos?

É por causa gravidade. A gravidade é a força que atrai todas as coisas em direção ao centro da Terra. É por causa dela que nós estamos "grudados" no chão. A água, como é líquida, pode mudar de forma, e assim, passar do chão que nós pisamos, infiltrando-se nas pequenas frestas e poros do solo e das rochas.

Há lugares no subsolo, isto é, abaixo da superfície da terra, em que todos os poros das rochas, e/ou do solo, estão preenchidos por água. É esse depósito de água no subsolo que se chama aquífero subterrâneo, antes chamado também de lençol d'água. Dentro dele a água não fica parada. Pressionada, ela se movimenta para lugares que ainda não estão cheios, ou lugares onde ela pode escapar para a superfície, de novo.

O movimento da água no subsolo é lento, e depende muito do tipo de rocha ou de solo do lugar onde ela está. Se a rocha ou solo for permeável, isto é, se tiver a capacidade de transmitir água pelos seus poros ou pelas suas fraturas, então a água poderá passar mais rapidamente por ele. Mas se a rocha for pouco permeável, então isso vai atrasar sua passagem.

Um exemplo de rocha permeável é o arenito, que é uma rocha composta principalmente por areia. Essa rocha é muito porosa, e seus poros possuem bastante

---

<sup>1</sup> Usamos aqui, para simplificar, a palavra 'gota' como a menor porção de uma substância que é a água. Mas, na verdade, a menor porção da substância água ( $H_2O$ ) chama-se molécula, e é formada por um átomo de hidrogênio (H) ligado a dois átomos de oxigênio (O).

comunicação entre si, pois os grãos de areia tendem a ter um formato mais arredondado e, por isso, não se encaixam muito bem uns ao lado dos outros.



FOTO 1 – Representação da porosidade do arenito

Já o argilito (rocha composta principalmente de argila), também é muito poroso, mas seus poros não estão bem interligados uns aos outros, pois os minerais de argila possuem o formato de minúsculas plaquinhas que, quando juntas, tendem a ficar paralelas umas às outras. Por isso, a água pode penetrar no argilito e se alojar em seus poros, mas dificilmente consegue sair, pois a comunicação entre os poros dessa rocha é muito pequena.



FOTO 2- Representação da porosidade do argilito

Se quisermos usar a água de um aquífero subterrâneo, precisamos achar um local onde exista uma rocha capaz tanto de armazenar, quanto de transmitir bastante água como, por exemplo, o arenito de que falamos agora há pouco. Um outro exemplo seria o de rochas pouco porosas mas muito fraturadas, onde a água pudesse ficar armazenada e pudesse, também, ser facilmente retirada.

Além disso, é necessário que os poros ou fraturas desta rocha estejam saturados (cheios) de água. Isso pode ocorrer, por exemplo, quando a rocha está na mesma profundidade do aquífero subterrâneo.

Para apreender melhor estes conceitos, sugerimos que se faça o experimento que descreveremos abaixo:

**Materiais:**

recipiente transparente de plástico, acrílico ou vidro de dimensões de aproximadamente 20 cm de altura por 20 de diâmetro,  
areia, de preferência bem grossa,  
tubo de PVC de aproximadamente 5 cm de diâmetro e 20cm de comprimento,  
elástico de escritório,  
pedaço de tecido de aproximadamente 10 por 10cm,  
palito de madeira de aproximadamente 25 cm de comprimento,  
água.

**Modo de fazer:** Encha o recipiente com areia até atingir aproximadamente 15cm de altura. Cubra uma das extremidades do tubo de PVC com o pedaço de tecido, fixando-o com o elástico, de modo a ficar bem esticado. Enterre este tubo na areia com o lado tampado com o tecido para baixo, até quase atingir o fundo do recipiente. Jogue água no recipiente, até aproximadamente uns 10cm de altura. Se você não conseguir enxergar dentro do tubo, coloque de tempos em tempos o palito de madeira dentro do tubo e verifique se ele sai molhado.

**Resultado:** O tubo de PVC vai lentamente se enchendo de água, à medida em que esta se infiltra por baixo dele, através do pano.

**Explicação:** A areia representa, neste caso, uma rocha porosa e permeável. A água, ao penetrar pela areia e acumular-se no fundo do recipiente, passa a representar o aquífero subterrâneo (perceba que ela delimita um nível, abaixo do qual todos os poros estão preenchidos por água). O tubo de PVC representa um poço cilíndrico, e o tecido, o seu filtro. Como podemos observar, uma parte do poço situa-se abaixo do nível do aquífero subterrâneo. No início, o poço estava seco, mas algum tempo depois, pudemos observar a água do aquífero penetrar, gradativamente, para dentro dele. A água só parou de se infiltrar para dentro do poço quando o nível deste se igualou ao nível do aquífero. Poços deste tipo são muito comuns. Para utilizar a água destes poços, hoje em dia, usa-se bombas mecânicas, que puxam a água até algum reservatório, como por exemplo, uma caixa d'água. Sistemas mais simples, como bombeamento manual ou mesmo baldes, também são utilizados.

Ver fotos 3.e 4.

Conforme o Princípio dos Vasos Comunicantes, quando se coloca em comunicação dois depósitos que contêm um mesmo líquido, inicialmente a alturas diferentes, o nível de um dos depósitos baixa e do outro sobe, até que os níveis de cada reservatório se igualem. Foi isso que ocorreu neste experimento, e é isso que ocorre na Natureza.

Outra forma de se obter água de um aquífero subterrâneo é procurar um local com a presença de um aquífero confinado, isto é, um aquífero preso. Ele consiste em um depósito de água situado dentro de uma camada de rocha permeável que, preso entre duas camadas de rocha impermeáveis ou pouco permeáveis. O peso das camadas de rocha sobrepostas e o próprio peso da coluna d'água, geram uma pressão para a saída da água. É nesse tipo de aquífero que se pode furar poços artesianos, que são poços de onde a água não tem que ser bombeada ou puxada, ela jorra espontâneamente.

Para um melhor entendimento dos conceitos acima descritos, sugerimos que se realize esta experiência:

***Materiais necessários:***

aquário ou recipiente de acrílico ou de plástico (tipo Tupperware), transparente, de aproximadamente 40 x 20 cm de base e 30 cm de altura,  
pedaço de espuma de colchão de dimensões de 60 x 20 cm e espessura de 4cm,  
2 kg de gesso ou 4 kg de argila para a base,  
2 kg de argila para a camada superior,  
1 palito de dente ou de fósforo,  
água.

***Modo de fazer:*** Molde no fundo da caixa, de gesso ou de argila, uma base horizontal de aproximadamente 4 cm de espessura. Sobre uma das paredes menores do recipiente, molde um plano inclinado, começando na base recém feita e terminando próximo à borda superior do recipiente, conforme mostram as fotos Ver foto 5. Sobre esta superfície, coloque a espuma de colchão, de modo a acompanhar a inclinação do plano de argila ou gesso, construído anteriormente.

Molde, agora, sobre a espuma, uma camada de aproximadamente 3 cm de espessura, de argila, acompanhando as curvaturas das outras camadas, até atingir a mesma altura delas Ver foto 6. Vede bem a região onde há contato das bordas da última camada de argila com as paredes da caixa.

Por fim, vá jogando água sobre a espuma de colchão, até sentir que todos os seus poros estão cheios d'água. Em seguida, faça um pequeno furo, usando um palito de dente ou de



Foto 3 – Materiais e processo de realização do experimento



Foto 4 – Note como a água se infiltrou, indo para dentro do 'poço'.

fósforo, na camada superior de argila, a uns 2cm Ver foto 7.

**Resultado:** A água presa na espuma de colchão vai começar a jorrar pelo furo feito na camada de argila.

**Explicação:** Neste modelo, a espuma de colchão representa uma camada de rocha permeável e as camadas de argila ou de gesso, representam rochas impermeáveis ou pouco permeáveis. A pressão realizada pela água que se juntou entre as duas camadas pouco permeáveis e o peso da camada de rocha que está sobre a camada permeável, vão fazer com que a água contida no lençol confinado brote pelo furo. O furo feito na camada impermeável funcionou como um poço artesiano.

Os materiais sempre procuram os locais menos 'apertados'. A água, como é fluida, consegue reagir rapidamente ao esforço. Por exemplo, quando apertamos uma garrafa de plástico com líquido dentro, o líquido se desloca na mesma hora para a parte vazia do recipiente.

Como já falamos antes, a água subterrânea está sempre sofrendo a pressão da pilha de rochas que está sobre o próprio aquífero. Por isso, quando surge algum local de escape, ela sai, livrando-se daquela pressão. Assim são geradas as nascentes, que nada mais são do que a ressurgência da água subterrânea à superfície.

A água subterrânea apresenta geralmente excelentes qualidades químicas e físicas, sendo boa para o consumo humano, muitas vezes sem tratamento prévio.

Para poluir um aquífero subterrâneo, basta haver infiltração, no subsolo, de água contaminada por líquidos provenientes do lixo e do esgoto, de águas contaminadas com agrotóxicos, de águas de rios poluídos, de vazamentos de postos de gasolina etc. Quando isso acontece, coloca-se em risco a saúde de toda a população que usa a água deste aquífero.

As nossas cidades têm que estar preparadas para abrigar e dar sustentação à vida de todos nós hoje, e no futuro. Em relação à água, isso exige todos os cuidados para que ao longo de todo o ciclo da água, em todas as etapas de seu curso, evaporando, formando nuvens, caindo, correndo pelo chão, infiltrando-se no solo, ela esteja protegida da poluição. Para que não seja desperdiçada. E que possa continuar a ser a fonte não só da vida em si, mas de tudo que a vida possibilita.



Foto 5 – Base gesso (rocha impermeável)



Foto 6 – Camada de espuma (rocha permeável)  
sob camada de argila (rocha pouco permeável)

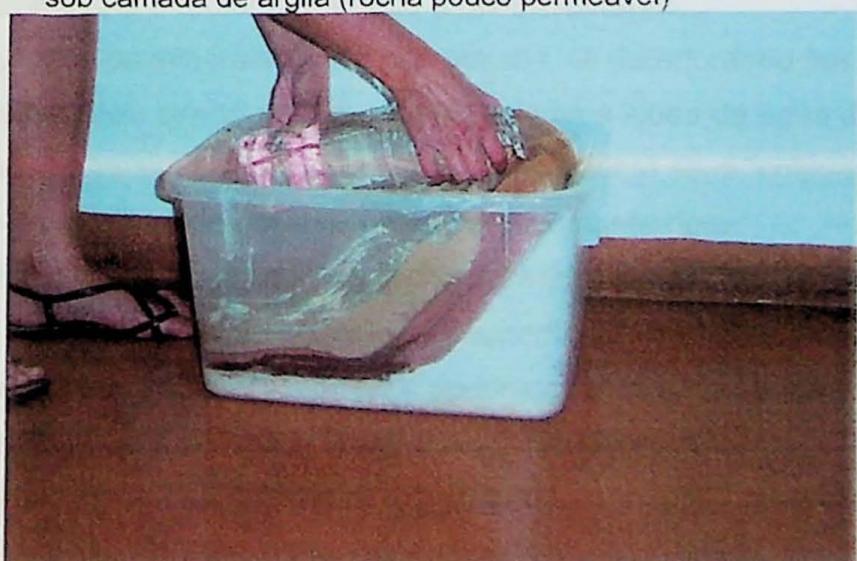


Foto 7 – Saturação da camada permeável

## EROSÃO, TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO

Imagine um punhado de areia de praia: quantos grãozinhos minúsculos, e quanta areia em uma praia. Como se juntou aí?

De onde vieram tantos pedacinhos de minerais? Será que eles sempre estiveram aí ou será que eles se formaram em outros lugares e, de alguma forma, vieram parar na praia?

De fato, estes grãozinhos de areia não se formaram na praia, eles foram transportados até ela. Chegando lá eles se juntaram a outros grãos de areia que já haviam chegado antes deles. Agora, neste exato momento, estão chegando à praia muitos outros grãos parecidos com estes. Ontem, ante-ontem, na semana passada, no ano passado e durante muitos milhões de anos um número incontável de grãozinhos como estes chegaram até a praia.

O transporte principal destes sedimentos são os rios que, ao desembocarem no mar, aproveitam para descarregar tudo o que eles vêm carregando durante seu percurso.

Mas a pergunta continua: de onde vem todo este sedimento que rola junto com as águas dos rios, e que ao longo de milhões e milhões de anos criou as praias arenosas?

Bem, cada um destes grãozinhos tem uma origem diferente. Podemos dizer que se cada grãozinho destes pudesse contar a história de sua vida, não haveriam histórias repetidas. A "experiência" que cada um deles passou, desde o seu nascimento (cristalização) até a sua chegada à praia, foi muito diferente da dos outros.

Para entender melhor, vamos escolher um grãozinho e tentar imaginar sua história:

Tudo começou quando o grãozinho ainda fazia parte de uma rocha, situada no topo de uma montanha. Nessa época, ele não era tão pequenino. Ele tinha um formato mais anguloso, e estava preso à rocha, grudado a outros minerais.

Com o tempo, todos os minerais foram, aos poucos, se deteriorando por causa da umidade, do calor, do frio e foram sendo retirados da rocha com a ajuda da água das chuvas e do vento. O mineral da nossa história, não sofreu tanto quanto seus "colegas" pois ele é muito resistente, ele é um cristal de quartzo, um mineral bastante duro.

Mas ainda assim, a rocha foi se enfraquecendo, deteriorando, rachando, e, assim, começaram a se desprender pedaços de sua superfície. Estes pedaços, ao caírem no chão, rolavam montanha abaixo, quebrando-se e se tornando cada vez menores. É num destes pedaços de rocha que se encontra o mineral da nossa história.

Cada pedaço rolando montanha abaixo tomou um rumo diferente. O pedaço onde está o nosso mineral, rolou e rolou por alguns metros, perdendo muitas arestas pelo caminho, até chegar num local mais reto, onde parou e por lá ficou durante muitos anos,

tomando chuva e sol, agüentando frio e calor, tornando-se mais quebradiça. Um dia, uma chuva forte arrastou a nossa rocha de seu lugar, e levou-a e muitas outras rochas, para dentro de um rio.

No caminho até o rio, a rocha que estamos acompanhando se quebrou em muitos pedacinhos, ao trombar em outras rochas e contra o chão. Foi nessa hora que aquele grãozinho se separou dos outros, e foi arrastado pela correnteza por muitos e muitos quilômetros.

No percurso que o rio faz até chegar no mar, o nosso grãozinho passou por muitas coisas: foi jogado de encontro a outras pedras, ficou preso junto com outros sedimentos, foi arrastado por correntezas fortes, ficou parado à beira, e foi coberto de vegetação, depois tornou a ser arrastado pelas águas. Tudo isso fez com que ele fosse perdendo suas arestas e fosse ficando menor e mais redondinho.

Ao chegar à praia, o mar continuou o serviço que o rio estava fazendo, deixando o grão menor ainda. Foi assim que aconteceu com este grão.

O roteiro de viagem de outro grão qualquer, pode ter sido totalmente diferente. Pode ser que naquele punhado de areia tenha algum grão que tenha vindo da África, outro que tenha sido transportado, também, pelo vento, ainda outro que esteve numa cachoeira. Mas então, com tantas viagens e tantas histórias diferentes, por que todos estes grãos de areia são tão parecidos, todos aproximadamente do mesmo tamanho?

Estes grãos foram separados pela água. A água pode ajudar a selecionar os materiais que estão dentro dela.

Um exemplo disso é o que veremos no experimento proposto a seguir:

***Materiais necessários:***

1 pote de vidro com tampa,  
um pouco de areia fina,  
um pouco de areia grossa,  
um pouco de terra,  
água.

***Modo de fazer:*** Coloque o material dentro do pote de vidro, tampe e chacoalhe vigorosamente para que todo o material se misture. Logo depois, deixe o pote sobre uma mesa ou qualquer outra superfície fixa e observe o modo como o material se assenta no fundo do pote.

***Resultado:*** O material vai se assentando organizadamente no fundo do pote, em ordem decrescente de tamanho. No fundo do pote, rapidamente se assentaram os grãos de areia

grossa. Logo após, assentaram-se os grãos de areia fina enquanto a argila continuou em suspensão na água. Sepois de várias horas, a argila foi lentamente se depositando sobre a areia fina.



FOTO 8 e FOTO 9 – Observe como há diminuição no tamanho dos grãos de baixo para cima

*Explicação:* Ao chacoalhar-se o pote, imprimiu-se uma tal energia na água, que ela pôde suspender e carregar todo o material que estava depositado no fundo do pote. A partir daí, à medida em que a água foi se acalmando, o material foi sendo depositado organizadamente. Essa organização se deve principalmente ao peso dos grãos. Os mais pesados (que, geralmente, correspondem, também, ao material mais grosso) se depositaram primeiro. Os de peso intermediário em seguida e, por último, os mais leves. Estes grãos de areia foram separados pelo seu próprio peso.

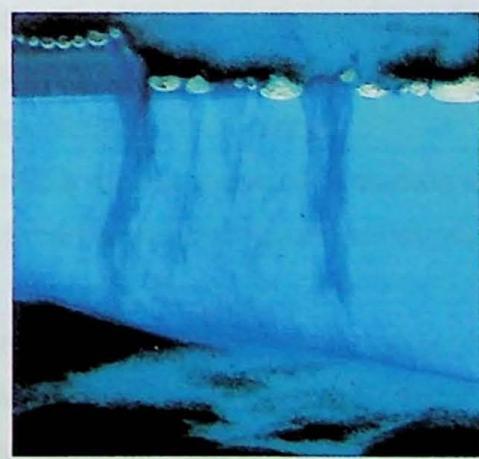


FOTO 10 e 11 – Observe a segregação entre os grãos escuros e os grãos claros

Com certeza você já viu este brinquedo. Este é um outro exemplo de como a água pode ajudar a separar os materiais. Neste brinquedo, existem dois tipos de materiais: o escuro, que é um material bastante denso, e o claro que é formado, em sua maioria, por quartzo, que é um mineral menos denso.

Com a rápida circulação da água todo o material é arrastado, mas o material mais denso (mais escuro) vai para mais longe, pois ele rola por cima do material menos denso, pois ele tem mais energia cinética, isto é, mais energia de movimento que as partículas menos densas. É a mesma coisa que acontece quando você joga uma bola de boliche e uma bola de borracha: a bola de boliche vai rolar para mais longe, que a de borracha.

## O INTEMPERISMO

A origem do grãozinho, do capítulo anterior era uma rocha granítica situada no alto de uma montanha. Este granito teria começado a se deteriorar e se enfraquecer, perdendo, assim, seus cantos e arestas.

Mas o que faz com que uma rocha tão dura como o granito ou o gnaisse, altere suas características, perca sua resistência e se quebre toda? Ver *fotos 10 e 11*.

O fenômeno responsável por estas modificações é o intemperismo. O intemperismo é o conjunto de processos que ocasionam a desintegração e a decomposição das rochas e dos minerais graças à ação de agentes atmosféricos e biológicos. Estes processos atuam através de mecanismos modificadores das propriedades físicas ou químicas dos minerais e rochas.

Em função dos mecanismos predominantes de atuação, o processo intempérico é classificado em químico ou físico.

Por exemplo, quando as modificações na rocha ou no mineral são do tipo mudança de morfologia, isto é, mudança na forma do mineral ou da rocha, mudança na resistência ou dureza, mudança de textura etc, o intemperismo é classificado como intemperismo físico.

Quando as mudanças geradas são do tipo mudanças na composição química ou na estrutura cristalina dos minerais, o intemperismo é classificado como químico.

Estas mudanças químicas e físicas dos minerais e rochas ocorrem à medida em que a rocha muda de seu ambiente de formação para outro ambiente com características totalmente diferentes.

Por exemplo, as rochas que são formadas em profundidade na crosta terrestre, se cristalizam sob a pressão exercida pela pilha de rochas que está por cima dela. Este ambiente é caracterizado, também, por temperaturas mais altas que as da superfície da

Terra, por causa do calor proveniente do interior do planeta. Com o tempo, mesmo as rochas formadas em grandes profundidades podem aflorar à superfície da Terra, pois as rochas que estão na superfície tendem a se desgastar e serem removidas, dando lugar para outras rochas que estão abaixo dela. Essa mudança de ambiente faz com que a rocha reaja de alguma maneira, pois estando livre da pressão da pilha de rocha que estava sobre ela e situada em ambiente onde a temperatura é mais baixa, ela se encontra num ambiente instável, isto é, um ambiente completamente diferente daquele onde ela se formou, ao qual ela terá que se 'acostumar' e, assim, passar por intensas modificações.

Neste caso, o fraturamento da rocha é uma das reações possíveis. Isto ocorre porque a rocha se comporta como uma mola: ao ser liberada da pressão do peso de outras rochas, ela tende a compensar se distendendo, e assim, ela se fratura.

A partir deste exemplo, entendemos que é por estar em contato com elementos diferentes de seu ambiente de formação que os minerais e as rochas tendem a reagir, tomando uma nova configuração. Estas reações poderão se dar de diferentes formas e intensidades, dependendo do tipo de rocha, do período de exposição e do local do planeta em que a rocha estiver exposta, pois os fatores que controlam a ação do intemperismo são, basicamente, o clima, o relevo, a fauna e a flora.

O clima, ou melhor, a variação de temperatura é o principal fator de desagregação das rochas.

Qualquer material ao receber calor tende a se dilatar. Um exemplo disso é o mercúrio do termômetro: quando o termômetro está em contato com o nosso corpo, o mercúrio tende a se dilatar pois há um aumento em sua temperatura. É por isso que ele sobe pela coluna de vidro. As rochas e minerais também se dilatam com o calor.

A variação de temperatura ao longo dos dias e das noites e ao longo das estações do ano causam expansão e contração térmica dos materiais rochosos causando sua desagregação. Além disso, a contração e dilatação dos minerais não é homogênea, pois cada mineral comporta-se de maneira diferente às variações de temperatura, causando um deslocamento relativo entre os cristais, por isso, eles acabam por se desgrudar uns dos outros.

O congelamento de água nos poros e nas fissuras das rochas pode causar em pouco tempo, o aumento do número de fraturas de uma rocha, ou o aumento da profundidade das fraturas. Ao congelar, a água sofre um aumento de cerca de 9% de seu volume, e assim, pode exercer um esforço muito grande se estiver confinada entre os poros das rochas ou entre duas paredes de rocha.

Para facilitar a compreensão destes conceitos, sugerimos aqui uma experiência que possibilita a observação deste fenômeno na sua evolução e, ainda, a interação com os diferentes tipos de rocha. Trata-se de um experimento demorado, mas que possui a vantagem de possibilitar a observação do aumento gradual das modificações físicas na rocha e o funcionamento de um dos mecanismos do intemperismo físico.

#### **Intemperismo físico: a ação do gelo**

##### *Materiais necessários:*

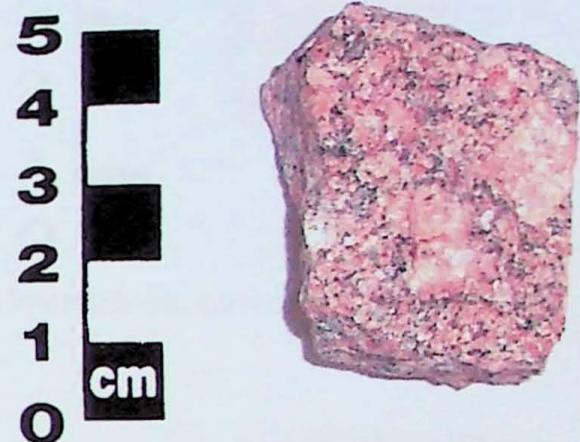
Amostras de 5 a 10cm de diâmetro de rochas porosas ígneas, metamórficas e sedimentares,  
fôrma,  
água,  
congelador.

*Modo de fazer:* Colocar as rochas na fôrma, de modo que elas fiquem parcialmente mergulhadas na água. Colocar a forma no congelador à noite, para que a água congele e englobe parte da rocha. Em alguma hora do dia (se possível ao meio-dia, que é quando o calor está mais intenso), retire a fôrma do congelador e ponha-a no sol. Se houver dificuldades para por a fôrma no sol, pode-se também jogar água da torneira sobre ela. Observe o gelo fraturar-se. Imagine que dentro da rocha, a água que penetrou nos poros, agora está exercendo o mesmo tipo de esforço, só que de dentro para fora. Examine diariamente as rochas a procura de rachaduras, ou arestas quebradas.

*Resultado:* Durante cerca de dois meses as rochas foram submetidas a este tratamento. As rochas sedimentares foram as que mais sofreram com os sucessivos congelamentos e degelos, por serem mais porosas e menos coesas. As outras rochas não sofreram alterações muito visíveis, além da perda de um pouco de seu brilho original. Para podermos observar mudanças em rochas ígneas ou metamórficas, deveríamos continuar o experimento durante mais tempo. Ver fotos 12 à 21.

*Explicação:* O congelamento de água nos poros e nas fissuras das rochas pode causar em pouco tempo, o aumento do número de fraturas de uma rocha, ou o aumento da profundidade das fraturas. Ao congelar, a água sofre um aumento de cerca de 9% de seu volume, e assim, pode exercer um esforço muito grande se estiver confinada entre os poros das rochas ou entre duas paredes de rocha.

A água das chuvas também é um importante agente intempérico. Ela naturalmente carrega, dissolvida nela, vários elementos químicos. Esses elementos deixam-na levemente ácida.



FOTOS 12 e 13 – Granito antes e depois de ser submetido à variações de temperatura;  
nota-se a perda do brilho original.



FOTOS 14 e 15 – Granito submetido às mesmas intempéries da experiência acima,  
sem alterações perceptíveis

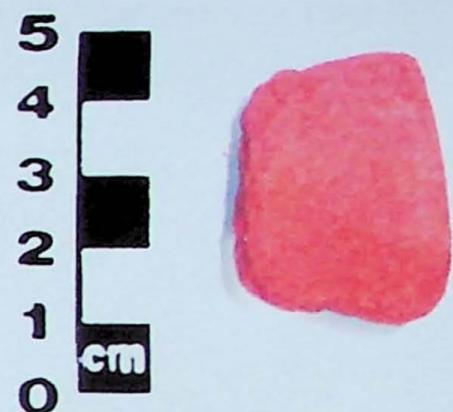


FOTO 16 e 17 – Arenito vermelho submetido à intempéries, com desgaste superficial.

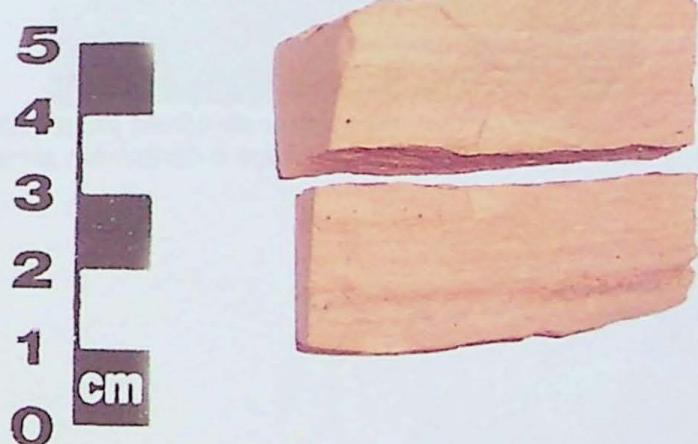
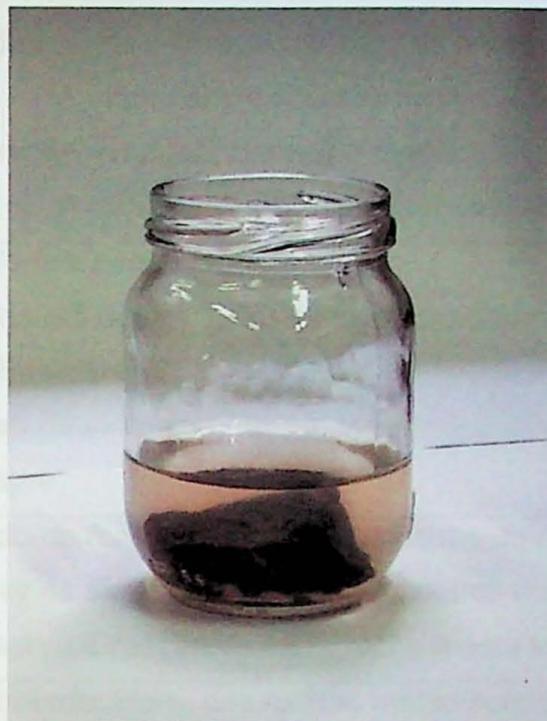


FOTO 18 e 19 – Calcário, antes e depois, com alteração de cor e fissura após a experiência.



FOTO 20 e 21 – Folhelho, antes e depois de ser submetida às mesmas experiências de intemperismo, apresentando fratura e lâminas mais destacadas.



FOTOS 22 e 23 – As rochas foram submetidas a um banho de vinagre por cerca de dois meses. Reparamos que a água ficou turva, simulando a ação do intemperismo químico.



FOTO 24 – Calcário em banho ácido  
(vinagre).

Porém, em regiões muito poluídas, a chuva fica mais ácida que o normal. Essa acidez ataca a flora, as rochas, as construções etc, de maneira brutal.

A chuva ácida age nas rochas dissolvendo os minerais. Na dissolução o material vai 'sumindo' na água, deixando buracos na rocha.

A próxima experiência pretende demonstrar como isso acontece:

*Materiais necessários:*

Amostras de 5 a 10cm de diâmetro de rochas porosas ígneas, metamórficas e sedimentares,  
potes de vidro com tampa,  
vinagre.

*Modo de fazer:* Coloque as amostras de rochas nos potes. Jogue vinagre nos potes até cobrir as amostras. Deixe as amostras durante o maior tempo possível dentro da vinagre. Observe a reação de cada rocha a este tratamento.

*Resultado:* Parte das rochas reagiu com o vinagre rapidamente, soltando bolhas de gás carbônico. Outras rochas não tiveram uma reação tão forte, mas deram sinais de dissolução, deixando a vinagre turva. Outras, ainda, não deram qualquer sinal de reação. Ver fotos 22 à 24.

## MAPA TOPOGRÁFICO

Desde muito tempo atrás, o homem, percebendo que o mundo era muito grande, sentiu necessidade de entender e organizar a posição das coisas que ele conhecia e que eram importantes para ele. Para isso, utilizou-se do desenho, e inventou formas de representar – e, portanto, de informar aos outros – a existência, as características, a posição e a distância de cada rio, nascente, morro, montanha, caminho, aldeia, mata ou campo. Foi assim que surgiram os mapas.

Num mapa podemos representar muitas coisas: construções feitas pelo homem como ruas, casas, pontes, igrejas, cemitérios, etc., quanto elementos da natureza como constelações, planetas, continentes, oceanos, rios, lagos, montanhas até mapas representativos como o de densidade populacional, o de divisão política de um território, o de clima, vegetação etc. Mas nem todas as informações podem ser colocadas num mesmo mapa, pois isso o deixaria muito confuso. Por isso, surgiu a necessidade de separar as informações referentes a um mesmo lugar, em vários tipos de mapas.

Vamos conhecer melhor, agora, um tipo de mapa que mostra como é a superfície da Terra, com todas as suas diferenças de relevo, suas saliências e reentrâncias.

Para entender melhor o que significam estas linhas dos mapas topográficos, vamos construir um:

***Materiais necessários:***

2kg de argila,

fio de nylon,

papel,

giz de cera,

régua,

palito de churrasco.

***Modo de fazer:*** Molde, sobre uma superfície lisa, uma montanha. Faça nela sulcos, que representem rios ou cachoeiras que correm do topo dela. Faça-a da maneira mais irregular possível, com regiões mais íngremes, com platôs, pequenos picos etc.

Depois de terminada, pegue o palito de churrasco e posicione-o perpendicularmente à régua, na marcação de 2cm, conforme a ilustração abaixo. Apoiando-se a régua verticalmente na superfície de trabalho, faça alguns furinhos na montanha, com o palito de churrasco, mantendo sempre a altura de 2cm. Faça isso repetidas vezes, subindo de 2 em 2cm até o topo da montanha.

Com o fio de nylon bem esticado, comece a cortar a argila seguindo as marcações feitas anteriormente.

Pegue cada fatia da montanha, separadamente e coloque a sobre o papel.

Com o giz de cera, contorne cada uma das fatias, sempre sobrepondo o desenho anterior e procurando manter o posicionamento correto das fatias. Ver *fotos 25 à 27 e figura 1*.

***Resultado:***

Você realizou o mapeamento topográfico da montanha! Neste mapa cada linha destas está passando por uma determinada altitude. Estas linhas são sempre desenhadas em intervalos de mesma altitude. Essas linhas são bem sinuosas, por isso são chamadas de "curvas de nível". As curvas de nível nos dão referência da cota em que determinadas feições estão, isto é, a altitude em que elas estão em relação a um nível referencial, como é, por exemplo, o nível do mar.

Do mesmo jeito que podemos representar coisas altas como montanhas ou morros, podemos representar, também, coisas baixas como lagos, ou as formas como o terreno mergulha no mar além das praias.

Nestes mapas são representados, também, os rios que descem de áreas mais altas, e passam entre morros e montanhas, se juntando no caminho com outros rios afluentes.



Foto 27 – Etapa de realização do mapa topográfico.

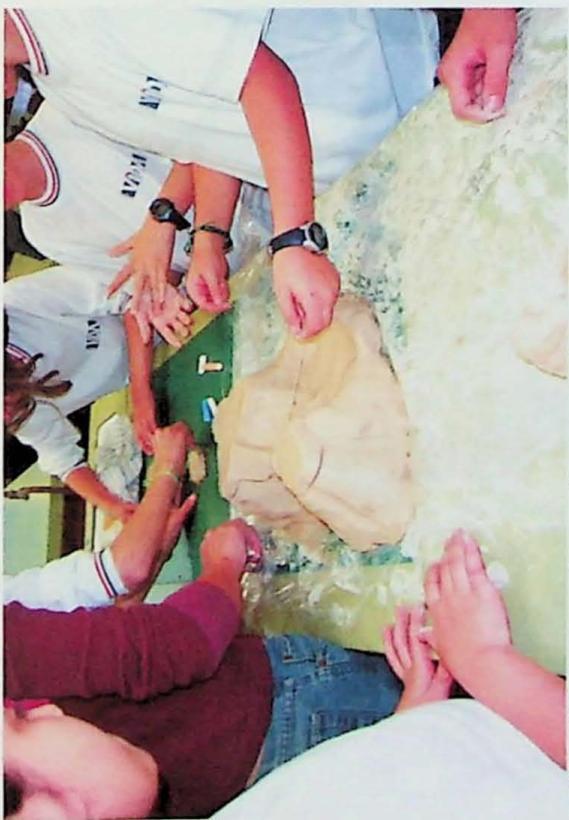


Foto 26 – Alunos seccionam 'montanha'.



Foto 25 – Paisagem topográfica antes da realização da atividade  
pártica

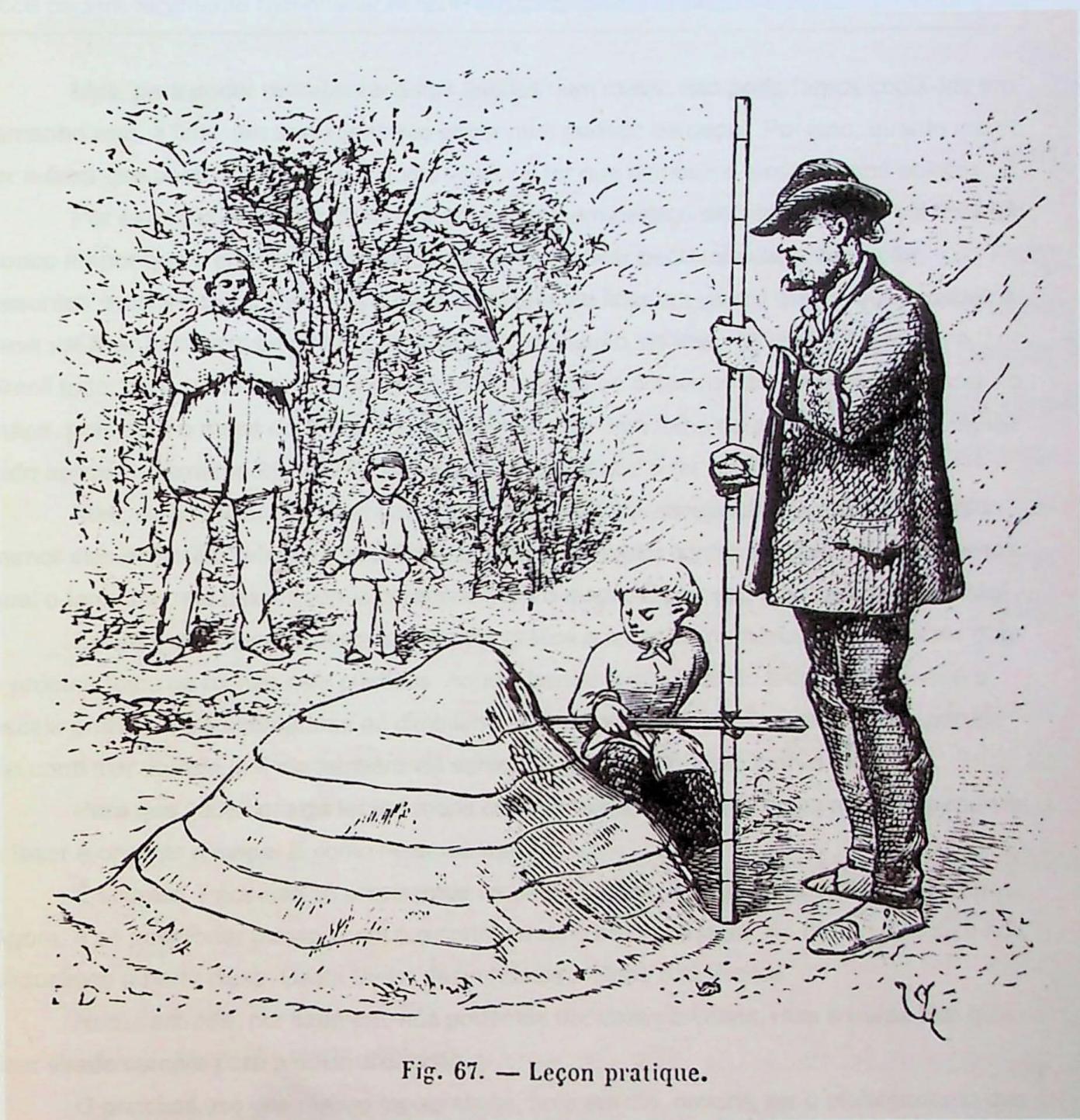


Fig. 67. — Leçon pratique.

ILUSTRAÇÃO 1- O aprendizado da representação do relevo. Desenho retirado de livro didático francês.

Repare como ficam marcados no mapa os sulcos por onde correm os rios. Eles formam "V"s em cada uma das camadas. E as regiões mais íngremes? Nelas as linhas ficam mais concentradas do que em locais mais planos. Agora, quando você vir um mapa topográfico, você poderá facilmente reconhecer estas e outras feições do relevo.

Mas, para poder representar estas feições num mapa, não poderíamos copiá-las em tamanho real, a final, um mapa tem que caber num pedaço de papel. Por isso, quanto maior for a área que você quiser mapear, mais você vai ter que diminuir o tamanho dos objetos.

Por exemplo: se eu for desenhar uma casa num pedaço de papel, a casa vai ficar um pouco menor que o papel e os cômodos da casa vão ficar pequenininhos. Se eu for desenhar toda a quadra onde fica a casa, a quadra vai ficar um pouco menor que o papel, a casa vai ficar bem pequenininha e os cômodos não serão visíveis. Se eu for desenhar o Brasil todo, nem a quadra, nem a casa e muito menos os cômodos da casa irão aparecer no mapa, pois para o mapa do Brasil ficar do tamanho de uma folha de papel, foi preciso deixar tudo aproximadamente 25 milhões de vezes menor do que é na realidade.

Mas, se nós ficarmos diminuindo as coisas sem a preocupação de saber o quanto menor elas estão em relação à realidade, causaremos muita confusão, pois não saberemos qual o tamanho real delas quando olharmos para o mapa. É por isso que usamos a escala!

Existem dois tipos de escala: a escala gráfica e a escala numérica. Folheie este guia e procure fotos de rochas nele contidas. Aquela barrinha que está do lado das rochas é a escala gráfica. Se aumentarmos ou diminuirmos um mapa com escala gráfica, esta escala vai continuar correta, poi ela também vai aumentar ou diminuir junto com o mapa.

Para que você consiga ler um mapa corretamente, uma outra coisa muito importante a fazer é orientar o mapa. E como fazemos isso?

É simples. Para isso só precisamos de uma bússola. A bússola aponta para o Norte. Agora, é só posicionar o mapa com o norte paralelo ao da bússola. As outras direções nós deduzimos a partir disso. Desta forma desenhamos a Rosa dos Ventos.

Numa estrada, por exemplo, nós podemos dar voltas e voltas, mas o mapa tem que ficar virado sempre para a mesma direção.

O principal uso dos mapas topográficos, hoje em dia, deveria ser o planejamento das cidades. Para evitar que se construam casas, pontes, estradas etc em locais não apropriados, evitando, assim, muitos acidentes.

**ANEXO 2**  
**QUESTIONÁRIOS**

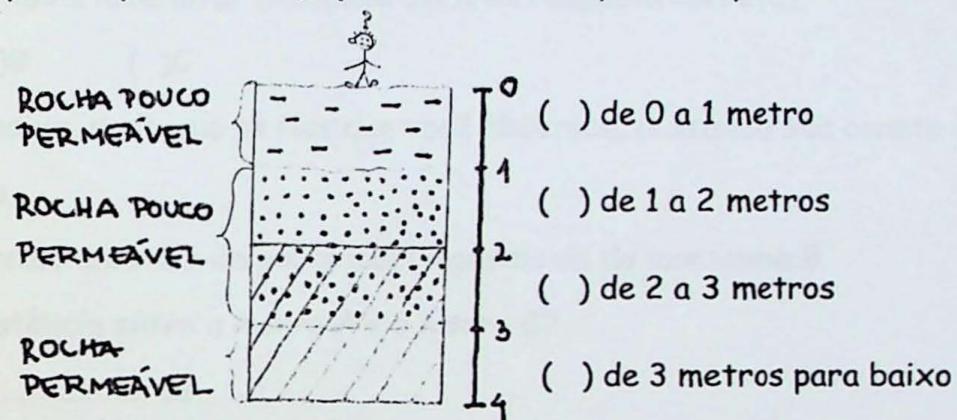
ASSINALE UM (X) NA RESPOSTA CORRETA

a) Qual é o material que transmite melhor a água, ou seja, qual é o material mais permeável?

argila

areia

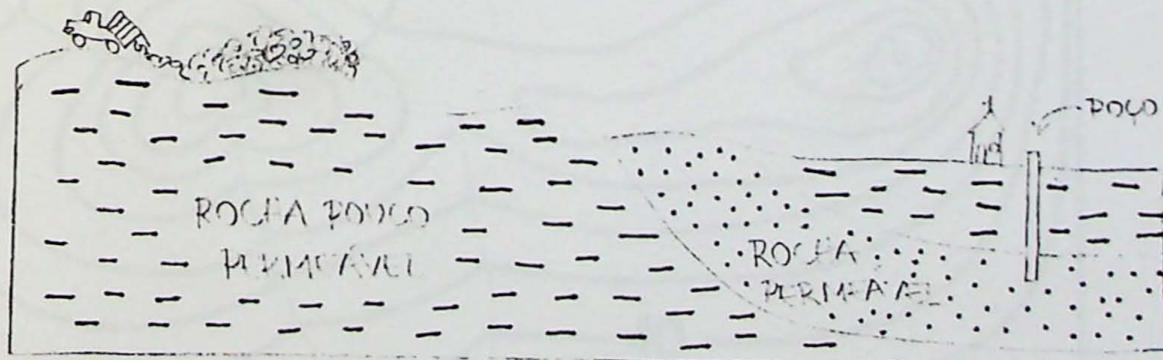
b) João precisa construir um poço neste local onde ele está parado. Mas ele não sabe quantos metros ele terá que furar, para que seu poço funcione bem. Sendo que o lençol d'água começa a 2 metros de profundidade (no desenho está representado por risquinhos ////), quanto você acha que João precisa furar:



c) O poço localizado do lado da igrejinha, fornece água mineral para a população de um pequeno bairro. Recentemente, uma parte da população apresentou infecções e outras doenças, causadas pela contaminação dessa água. Sabe-se que existe um depósito de lixo no bairro, bem distante do poço. Você acha que este depósito de lixo pode ser o causador da contaminação da água subterrânea que alimenta o poço?

Sim. Os líquidos tóxicos provenientes do lixo podem ter escoado pela superfície e penetrado no solo e nas rochas permeáveis e contaminado a água subterrânea que alimenta o poço.

Não. O depósito de lixo está muito distante do poço e está localizado sobre uma rocha pouco permeável. Por isso ele não causou nenhum problema.



No mapa topográfico desenhado abaixo estão representadas três montanhas.

Com base nesse mapa, responda as seguintes questões:

1) Sendo que as curvas de nível estão desenhadas em intervalos de 10 em 10 metros de altitude, qual a cota aproximada do topo da montanha B?

Resposta: .....metros

2) Qual a montanha mais alta? (Assinale um X na resposta correta)

( )A      ( )B      ( )C

3) No mapa abaixo, destaque os rios que você observou, passando sua caneta ou lápis por cima deles.

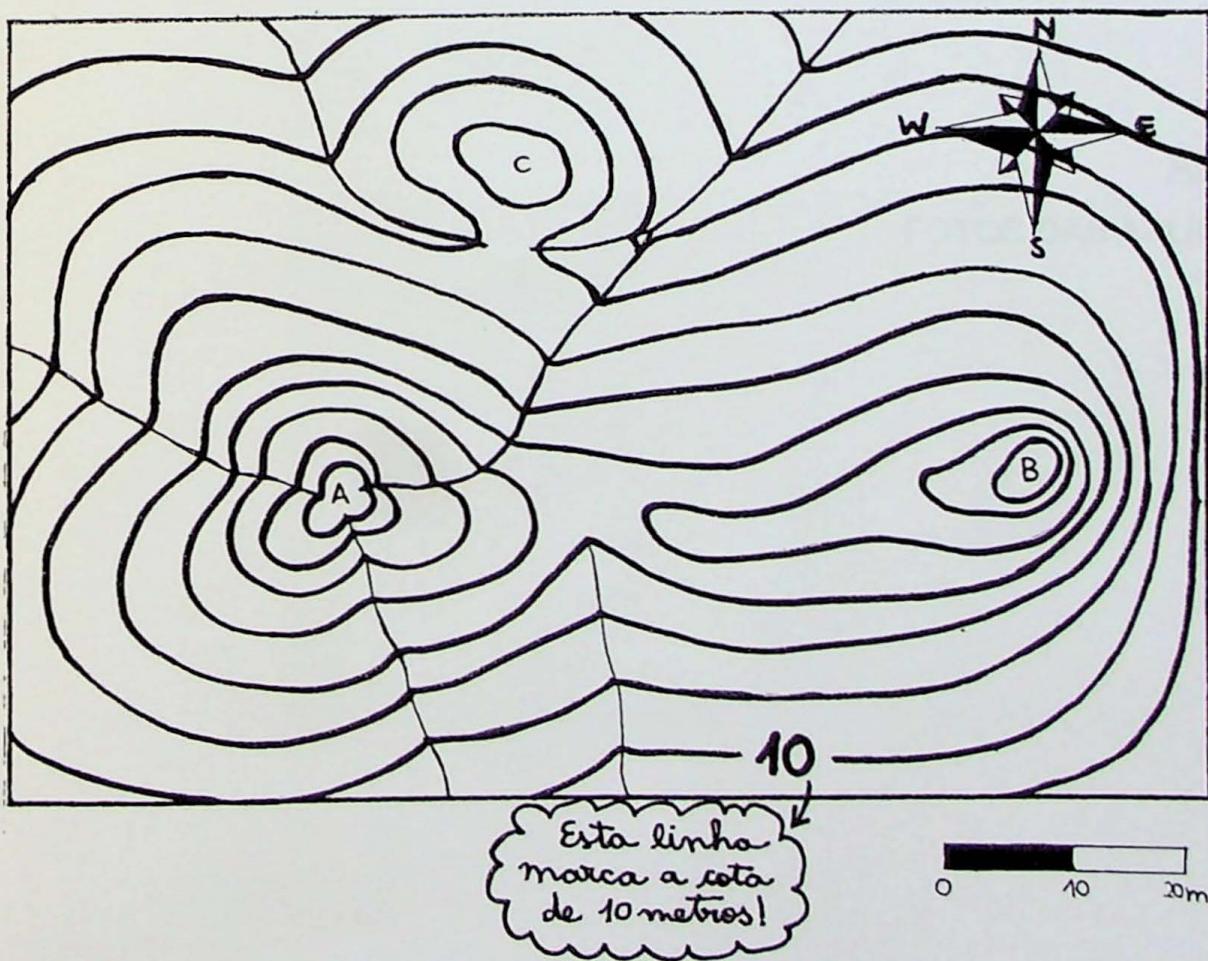
4) Faça um círculo em volta da parte mais íngreme da montanha B.

5) Qual é a distância entre o morro A e o morro B?

Resposta: .....metros

6) Qual a montanha que está mais a Leste no mapa?

( )A      ( )B      ( )C



**ANEXO 3**  
**FOTOS DAS APLICAÇÕES**

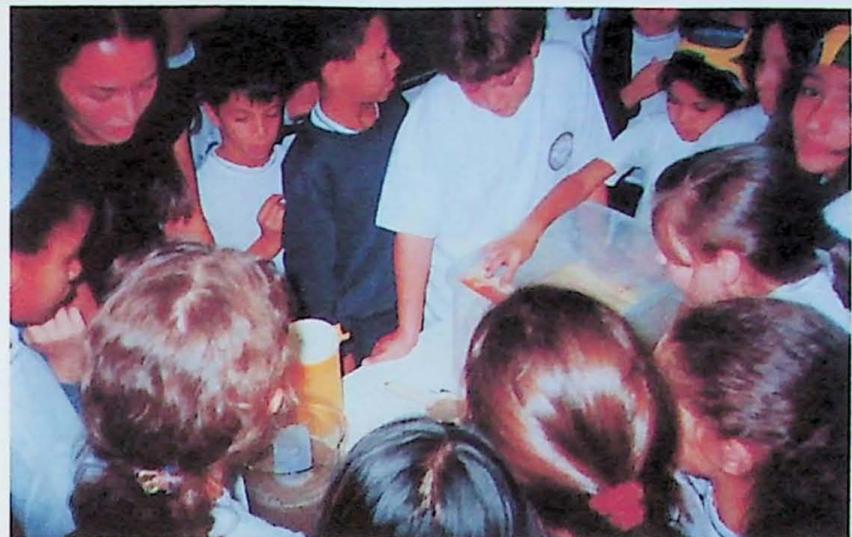


FOTO 1 - Alunos da escola Marina Cerqueira César observam o modelo de "aqüífero confinado".

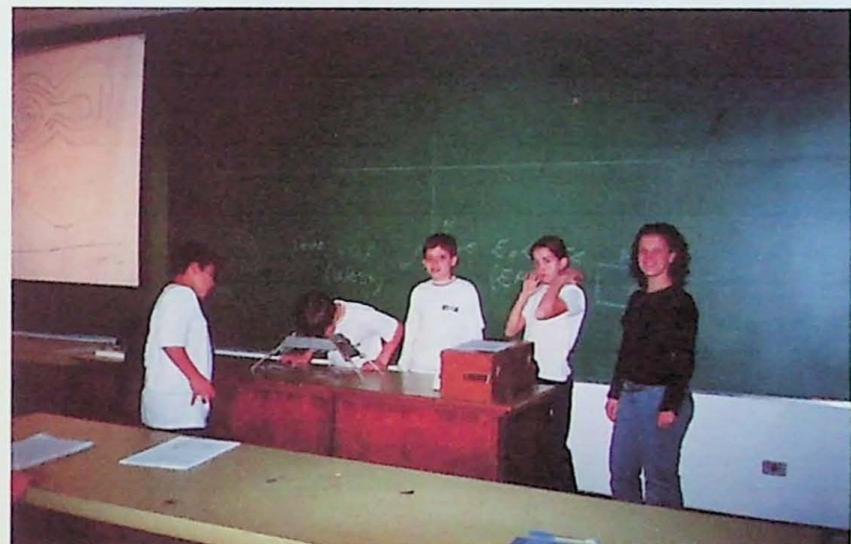


FOTO2 – Grupo do Colégio Vida observa fotos no estereoscópio de mesa sob a orientação de Adriana de Carvalho.



FOTO3 – Alunos curiosos com os experimentos.



FOTO 4 - Alunos atentos à atividade.



FOTO 5 - Aqui, antes de cortarem a paisagem topográfica.



FOTO 6 - Aula teórica contou com a participação dos alunos.

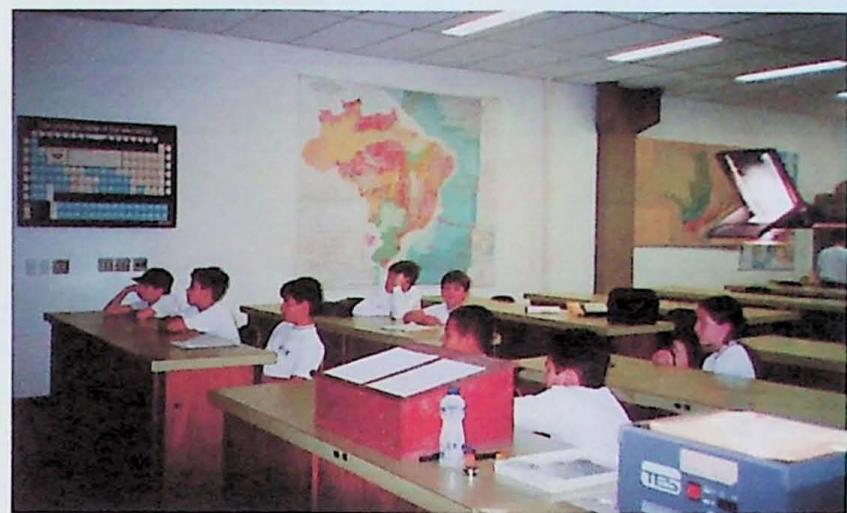
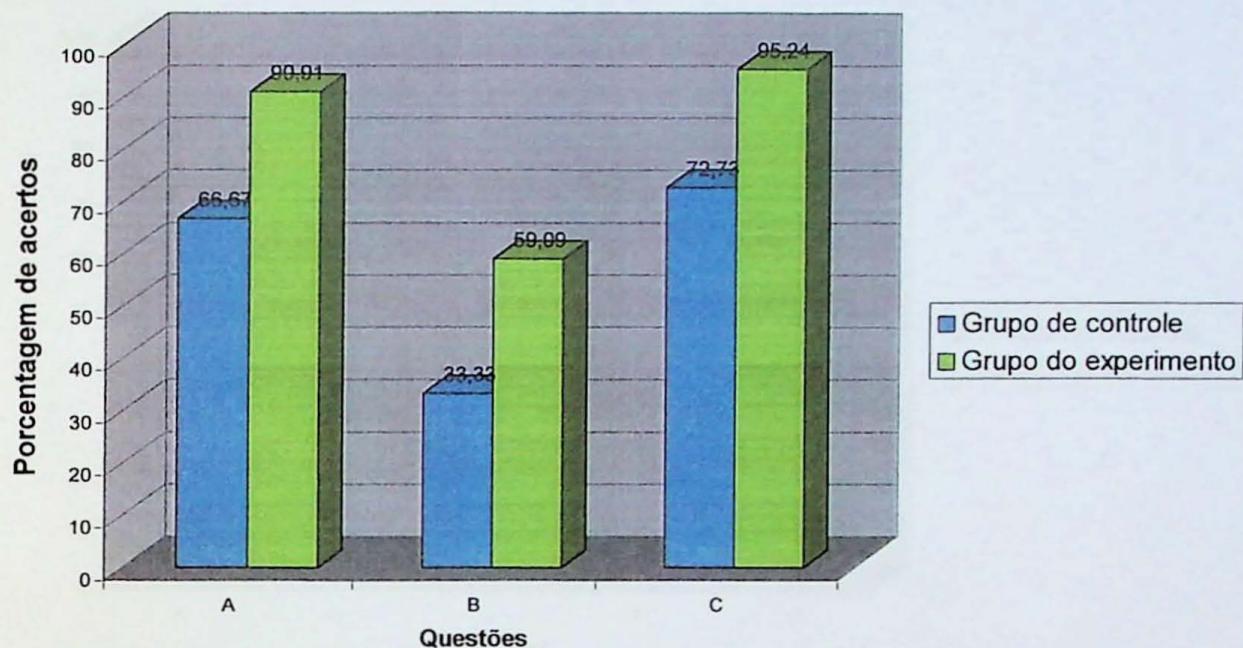


FOTO 7 - Alunos em classe, momentos antes de responderem o questionário.



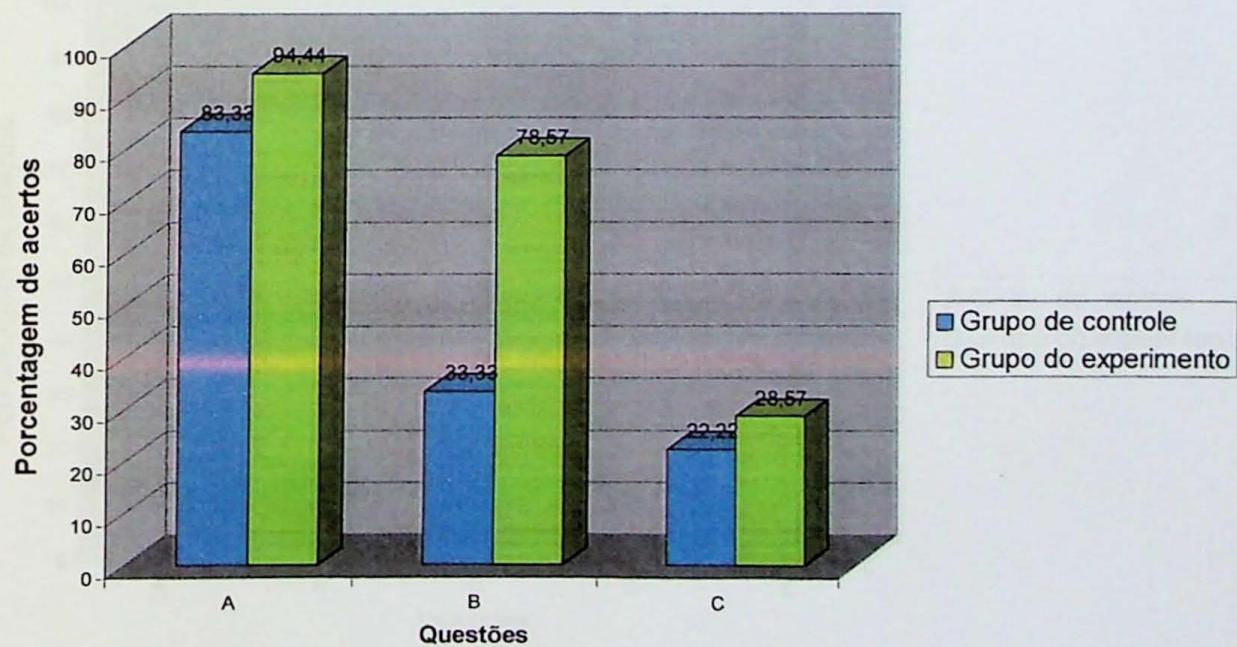
FOTO 8 - Crianças seccionam modelo topográfico em argila.

### Escola Estadual Profa Marina Cerqueira César



**Gráfico 1** – Porcentagem de acerto das questões

### Escola Éxodo



**Gráfico 2** – Porcentagem de acerto das questões

Colégio Santa Catarina de Sena

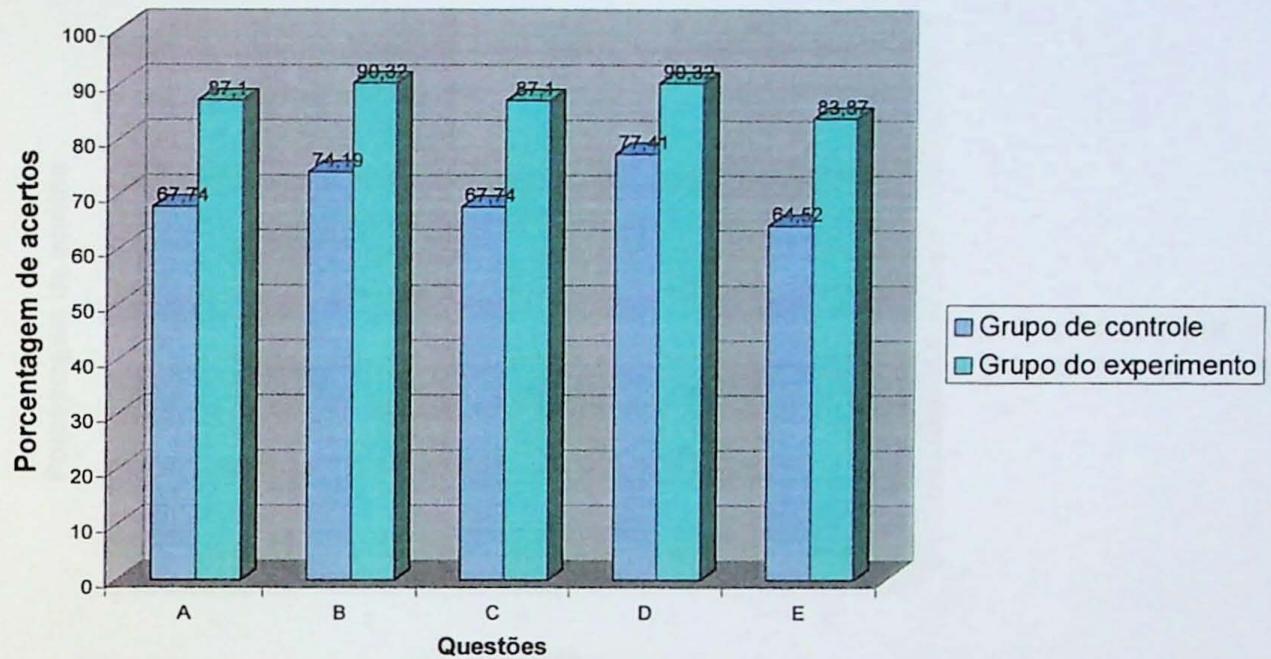


Gráfico 3 – Porcentagem de acerto das questões

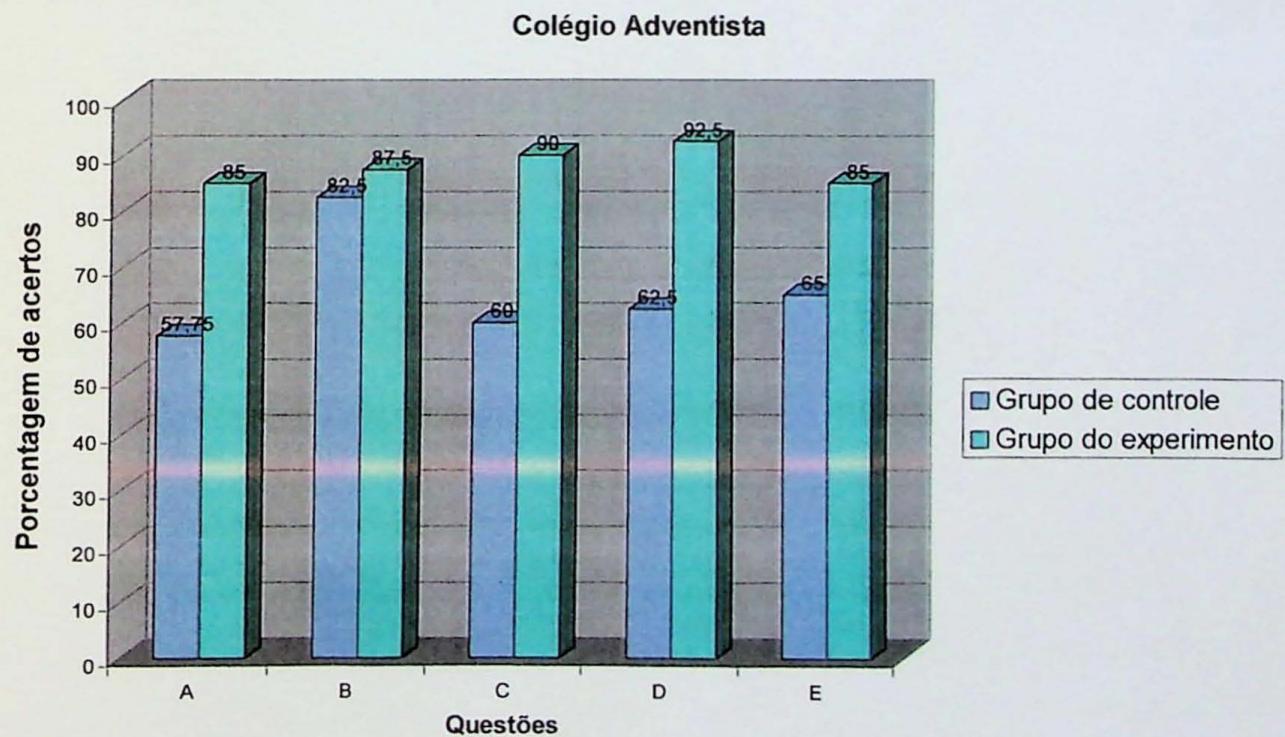
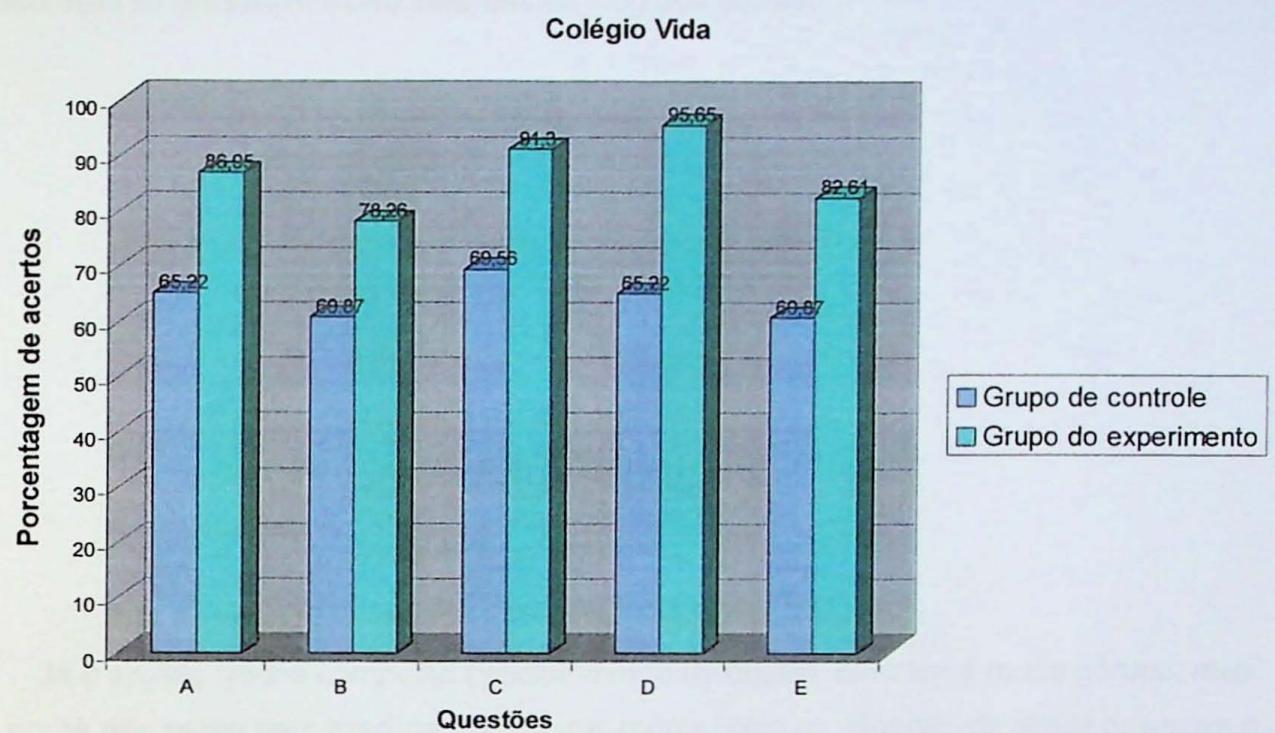


Gráfico 4 – Porcentagem de acerto das questões



**Gráfico 5 – Porcentagem de acerto das questões**

comunicação entre si, pois os grãos de areia tendem a ter um formato mais arredondado e, por isso, não se encaixam muito bem uns ao lado dos outros.



FOTO 1 – Representação da porosidade do arenito

Já o argilito (rocha composta principalmente de argila), também é muito poroso, mas seus poros não estão bem interligados uns aos outros, pois os minerais de argila possuem o formato de minúsculas plaquinhas que, quando juntas, tendem a ficar paralelas umas às outras. Por isso, a água pode penetrar no argilito e se alojar em seus poros, mas dificilmente consegue sair, pois a comunicação entre os poros dessa rocha é muito pequena.

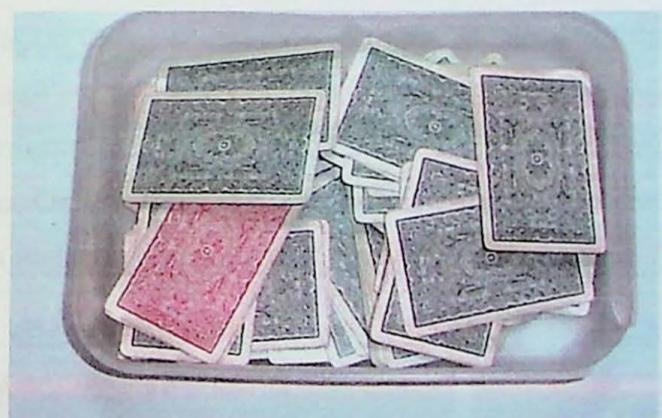


FOTO 2- Representação da porosidade do argilito

Se quisermos usar a água de um aquífero subterrâneo, precisamos achar um local onde exista uma rocha capaz tanto de armazenar, quanto de transmitir bastante água como, por exemplo, o arenito de que falamos agora há pouco. Um outro exemplo seria o de rochas pouco porosas mas muito fraturadas, onde a água pudesse ficar armazenada e pudesse, também, ser facilmente retirada.

grossa. Logo após, assentaram-se os grãos de areia fina enquanto a argila continuou em suspensão na água. Sepois de várias horas, a argila foi lentamente se depositando sobre a areia fina.



FOTO 8 e FOTO 9 – Observe como há diminuição no tamanho dos grãos de baixo para cima

*Explicação:* Ao chacoalhar-se o pote, imprimiu-se uma tal energia na água, que ela pôde suspender e carregar todo o material que estava depositado no fundo do pote. A partir daí, à medida em que a água foi se acalmando, o material foi sendo depositado organizadamente. Essa organização se deve principalmente ao peso dos grãos. Os mais pesados (que, geralmente, correspondem, também, ao material mais grosso) se depositaram primeiro. Os de peso intermediário em seguida e, por último, os mais leves. Estes grãos de areia foram separados pelo seu próprio peso.

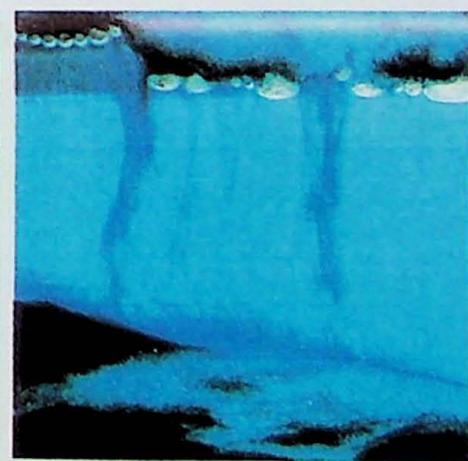
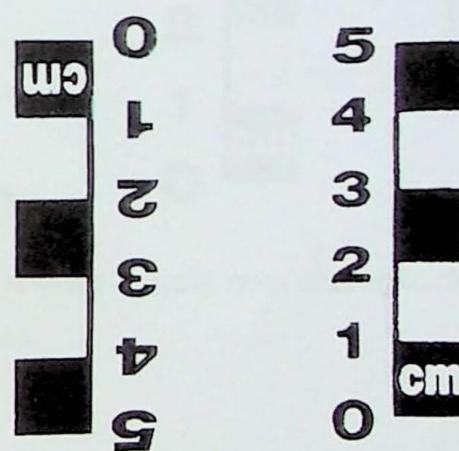


FOTO 10 e 11 – Observe a segregação entre os grãos escuros e os grãos claros



FOTOS 12 e 13 – Granito antes e depois de ser submetido à variações de temperatura; nota-se a perda do brilho original.



FOTOS 14 e 15 – Granito submetido às mesmas intempéries da experiência acima, sem alterações perceptíveis

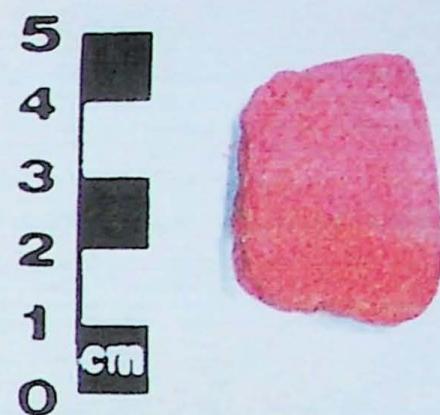


FOTO 16 e 17 – Arenito vermelho submetido à intempéries, com desgaste superficial.

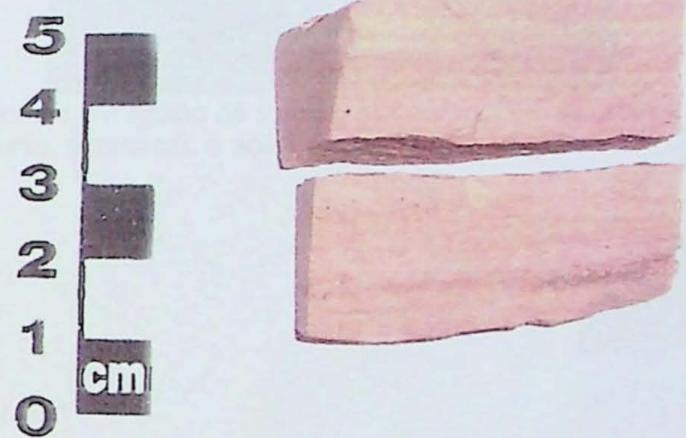
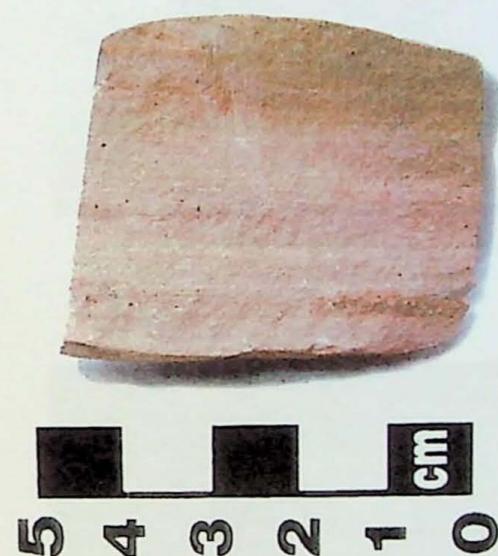


FOTO 18 e 19 – Calcário, antes e depois, com alteração de cor e fissura após a experiência.

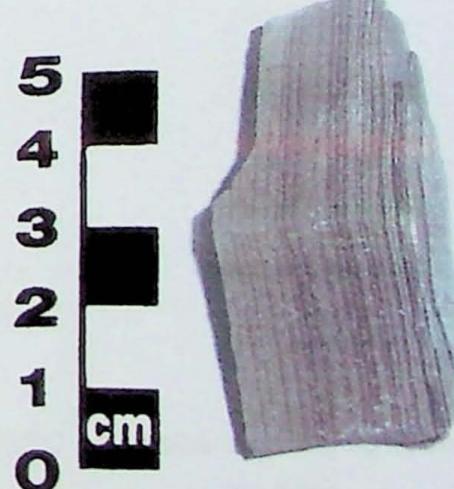
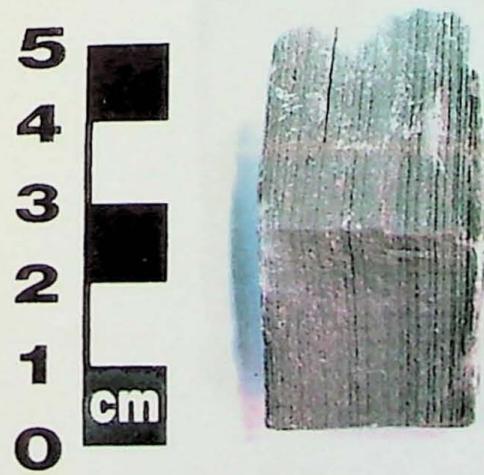
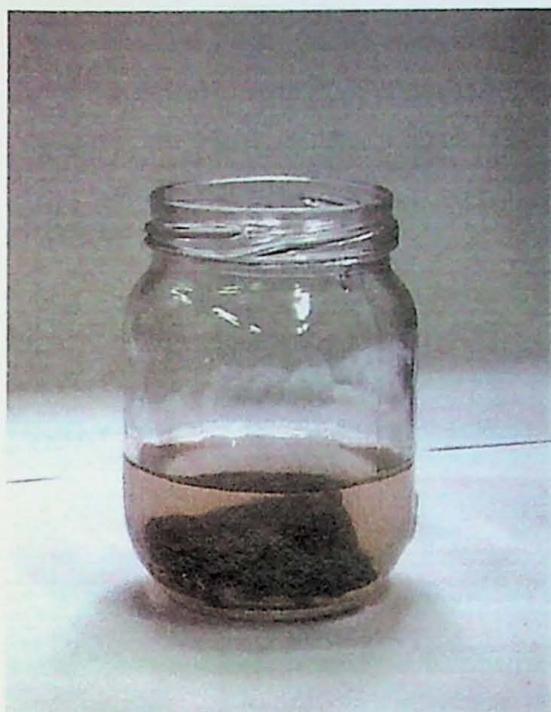


FOTO 20 e 21 – Folhelho, antes e depois de ser submetida às mesmas experiências de intemperismo, apresentando fratura e lâminas mais destacadas.



FOTOS 22 e 23 – As rochas foram submetidas a um banho de vinagre por cerca de dois meses. Reparamos que a água ficou turva, simulando a ação do intemperismo químico.



FOTO 24 – Calcário em banho ácido (vinagre).

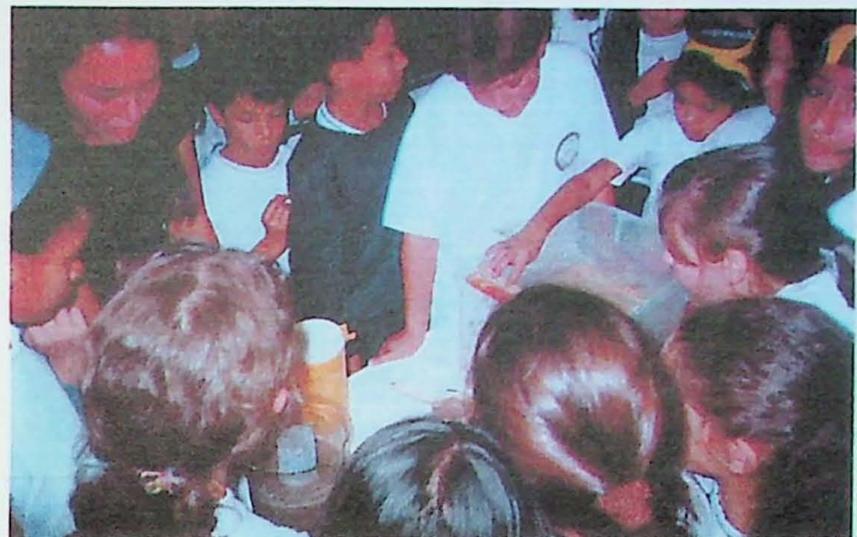


FOTO 1 - Alunos da escola Marina Cerqueira César observam o modelo de "aquéfero confinado".

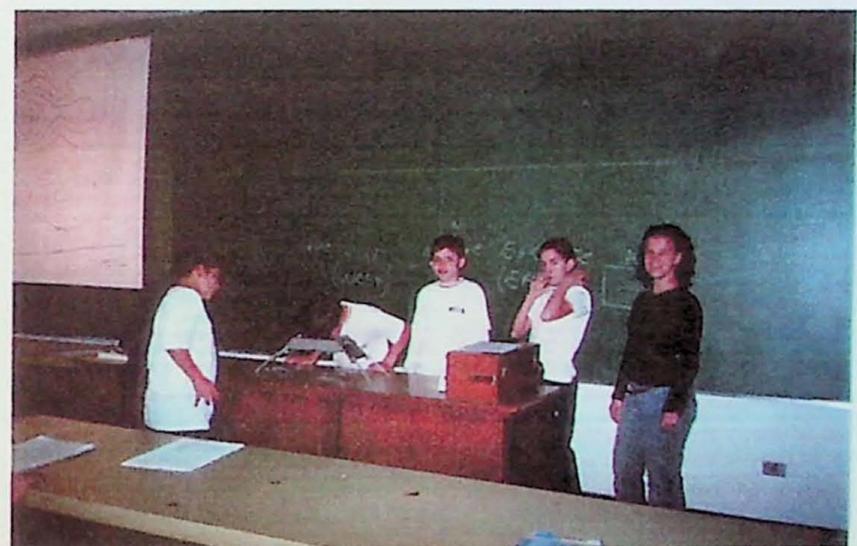


FOTO2 – Grupo do Colégio Vida observa fotos no estereoscópio de mesa sob a orientação de Adriana de Carvalho.



FOTO3 – Alunos curiosos com os experimentos.



FOTO 4 - Alunos atentos à atividade.

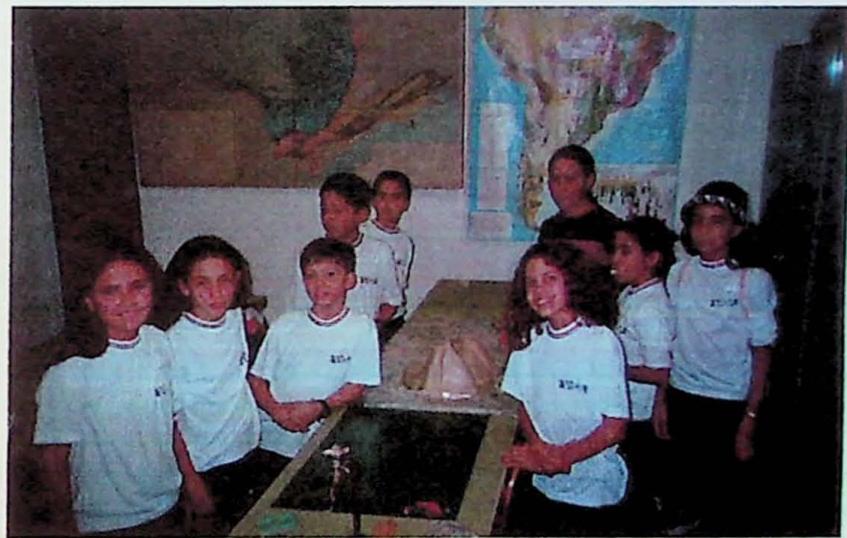


FOTO 5 - Aqui, antes de cortarem a paisagem topográfica.

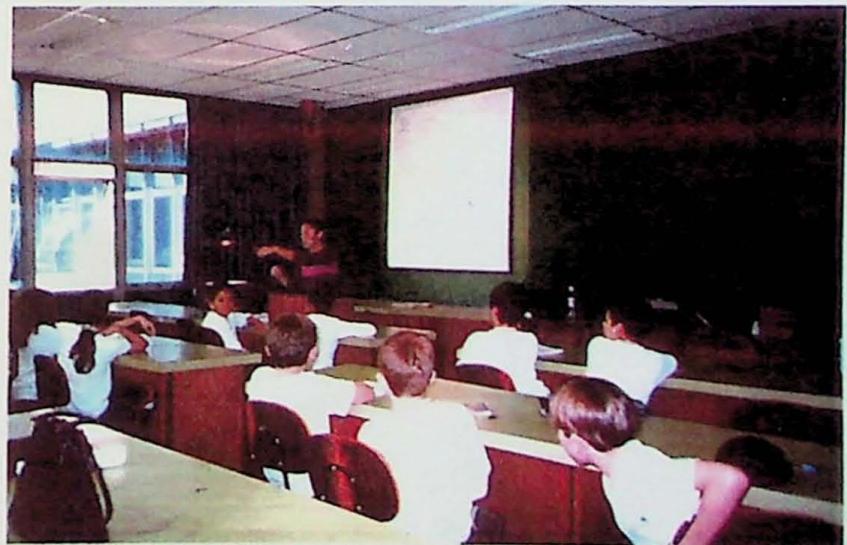


FOTO 6 - Aula teórica contou com a participação dos alunos.

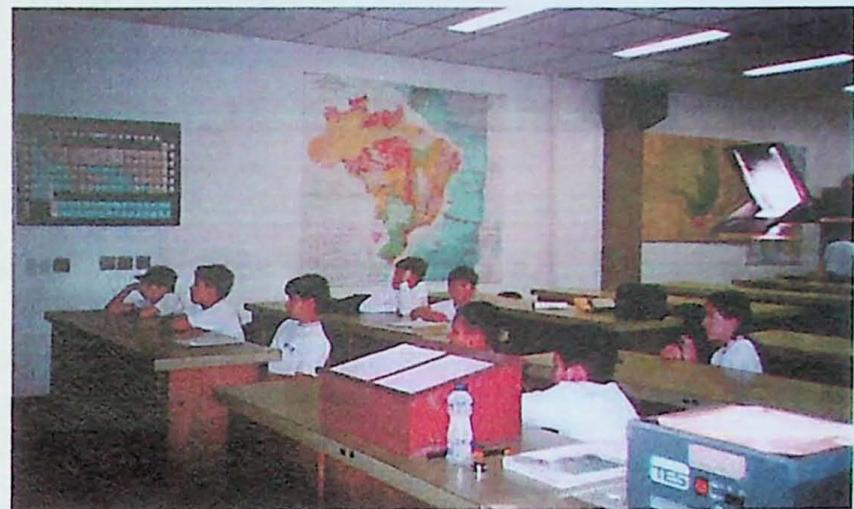


FOTO 7 - Alunos em classe, momentos antes de responderem o questionário.



FOTO 8 - Crianças seccionam modelo topográfico em argila.

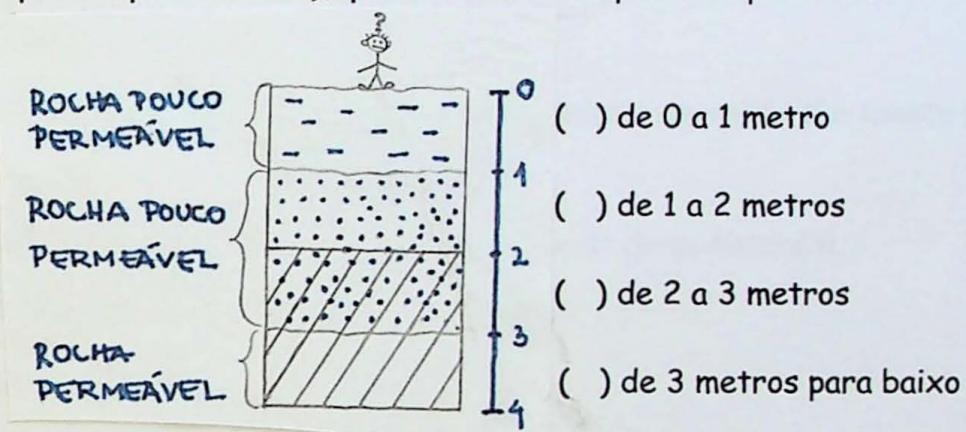
ASSINALE UM (X) NA RESPOSTA CORRETA

a) Qual é o material que transmite melhor a água, ou seja, qual é o material mais permeável?

( ) argila

( ) areia

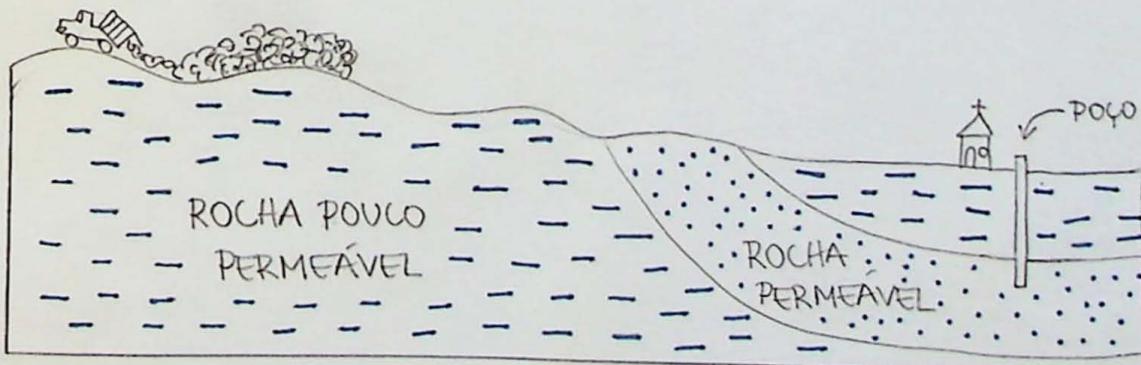
b) João precisa construir um poço neste local onde ele está parado. Mas ele não sabe quantos metros ele terá que furar, para que seu poço funcione bem. Sendo que o lençol d'água começa a 2 metros de profundidade (no desenho está representado por risquinhos ////), quanto você acha que João precisa furar:



c) O poço localizado do lado da igrejinha, fornece água mineral para a população de um pequeno bairro. Recentemente, uma parte da população apresentou infecções e outras doenças, causadas pela contaminação dessa água. Sabe-se que existe um depósito de lixo no bairro, bem distante do poço. Você acha que este depósito de lixo pode ser o causador da contaminação da água subterrânea que alimenta o poço?

( ) Sim. Os líquidos tóxicos provenientes do lixo podem ter escoado pela superfície e penetrado no solo e nas rochas permeáveis e contaminado a água subterrânea que alimenta o poço.

( ) Não. O depósito de lixo está muito distante do poço e está localizado sobre uma rocha pouco permeável. Por isso ele não causou nenhum problema.



No mapa topográfico desenhado abaixo estão representadas três montanhas.

Com base nesse mapa, responda as seguintes questões:

- 1) Sendo que as curvas de nível estão desenhadas em intervalos de 10 em 10 metros de altitude, qual a cota aproximada do topo da montanha B?

Resposta: .....metros

- 2) Qual a montanha mais alta? (Assinale um X na resposta correta)

A       B       C

- 3) No mapa abaixo, destaque os rios que você observou, passando sua caneta ou lápis por cima deles.

- 4) Faça um círculo em volta da parte mais íngreme da montanha B.

- 5) Qual é a distância entre o morro A e o morro B?

Resposta: .....metros

- 6) Qual a montanha que está mais a Leste no mapa?

A       B       C

