

Laboratório Remoto para estudo de circuitos elétricos: um estudo comparativo

Remote laboratory for the study of electrical circuits: a comparative study

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP
marco.aurelio@feg.unesp.br

Amira Amaral do Sim

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP
amira.amaral@gmail.com

Leonardo Mesquita

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP
mesquita@feg.unesp.br

Resumo

Muitos trabalhos de pesquisa em Ensino de Ciências destacam a importância da experimentação para a aprendizagem de conceitos científicos (DELIZOICOV, et al,2002; PRAIA, et al, 2002; VILLANI & NASCIMENTO, 2003; MONTEIRO & TEIXEIRA 2004a; MONTEIRO & TEIXEIRA 2004b; 2007). Contudo, todos estes autores são unânimes em enfatizar que não é o ato de experimentar em si que realmente importa, mas a maneira como o trabalho experimental é realizado em sala de aula. Portanto, ao professor de Ciências não basta apenas realizar e aplicar experimentos em sala de aula, é preciso que ele tenha preparo suficiente para saber planejar e dirigir essas atividades. Autores como Neves *et al* (2003) e Ramos & Rosa (2008) destacam os múltiplos obstáculos que o professor precisa transpor para implementar aulas experimentais. Neste trabalho propomos um estudo das contribuições de um experimento realizado remotamente em comparação com uma atividade experimental realizada presencialmente.

Palavras chave: Ensino de Física; Laboratório Remoto; Experimentação.

Abstract

Many research papers in Science Teaching highlight the importance of testing for learning scientific (DELIZOICOV, et al,2002; PRAIA, *et al*, 2002; VILLANI & NASCIMENTO, 2003; MONTEIRO & TEIXEIRA 2004a; MONTEIRO & TEIXEIRA 2004b; 2007). However, all these authors are unanimous in emphasizing that it is not the act of experience itself that matters, but the way the experimental work is done and the classroom. Therefore, the science teacher is not enough to carry out and implement experiments in the classroom, he must have preparation enough to know planning and directing these activities. Authors such as Neves *et al* (2003) and Ramos & Rosa (2008) highlighted the many obstacles that the teacher needs to overcome to implement trial lessons. We propose a study of the contributions

of an experiment performed remotely compared with an experimental activity conducted in person.

Key words: Physics Teaching; Remote Laboratory; Experimentation.

1 – A importância da experimentação no Ensino de Ciências

A importância da experimentação no Ensino de Ciência tem sido amplamente discutida. Várias pesquisas destacam que a experimentação contribui para a motivação dos alunos, propicia o desenvolvimento de habilidades e competências argumentativas, auxilia na estratégia de tornar o aluno mais participativo durante aula, dividindo o protagonismo de sala de aula com o professor no processo de ensino e de aprendizagem e possibilita que os alunos possam se aculturarem com a maneira de como o conhecimento científico é produzido, tendo em vista o fato de permitir a ocorrência de situações nas quais os estudantes possam levantar e testar hipóteses, construir e discutir argumentos que justifiquem dados obtidos e de proporem modelos que interpretem os fenômenos observados (DELIZOICOV, *et al.*, 2002; PRAIA, *et al.*, 2002; VILLANI & NASCIMENTO, 2003; MONTEIRO & TEIXEIRA 2004a; MONTEIRO & TEIXEIRA 2004b; 2007).

Contudo, tais autores são unânimes ao afirmarem que tais contribuições não se devem ao ato de experimentar por si só, mas, sobretudo, na maneira como o professor planeja e dirige tais atividades juntamente com seus alunos. Portanto, propor um experimento aos alunos esperando que estes aprendam pela simples manipulação e observação ou pelo simples fato de se certificarem que os resultados confirmam a teoria exposta é ter uma visão empirista e indutivista da Ciência (SILVA & ZANON, 2000; SÉRÉ, 2002). Praticada nestes termos a experimentação parece torna-se tão ineficaz quanto a tão criticada estratégia de saliva e giz, na qual o professor concentra suas ações num excesso verbalismo enquanto ao aluno cabe o papel passivo de estar atento e fazer anotações.

Assim, o desafio do professor é proporcionar o ensino de conceitos e também um ambiente motivador para os alunos. A motivação pode ser potencializada por medidas educacionais baseadas em estratégias de ensino ou atividades. Laburú (2008) aponta quatro origens para as atividades escolares serem intrinsecamente motivadoras e que devem ser contempladas no planejamento: o desafio, com a promoção de situações com certa complexidade, onde as habilidades ou conhecimentos dos estudantes sejam provocados; a curiosidade, manifesta na conduta exploratória, situações surpreendentes que despertam a atenção pelo fato de não estarem de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos; o controle, situação em que o aluno percebe se fazendo parte do processo de aprendizagem e a fantasia, situação que envolve um faz-de-conta, favorecendo a motivação ao promover a satisfação do aluno.

Ainda com relação à motivação, Buck (1999) identifica que os conceitos de afeto, emoção, motivação e cognição são interdependentes. Assim define afeto como um fator potencial manifestado na emoção e que se viabiliza por um mecanismo biológico de motivação que predispõe o indivíduo a persistir em uma ação, mesmo diante de um insucesso. Portanto, a cognição se origina do conhecimento estruturado a partir da experiência do indivíduo, contudo este é reestruturado por mecanismos motivacionais e emocionais durante o transcorrer da experiência.

Bachelard (1996) que afirma que “todo conhecimento é resposta a uma pergunta”. Assim, uma questão problematizadora deve ser formulada pelo professor de forma a envolver os estudantes, instigando-os a se debruçarem em torno da prática experimental em busca de soluções.

Monteiro *et al* (2007), destacam a influência do discurso do professor no desempenho dos alunos em compreender o problema experimental proposto, discutir com os colegas os dados obtidos e construir argumentos capazes de dar significado à atividade realizada. Dessa forma, a realização da atividade experimental se torna muito mais complexa de ser realizada e, portanto, exige um professor mais bem preparado para planejar e dirigir tal prática em sala de aula.

Pesquisas como as realizadas por Neves *et al* (2003) e Ramos & Rosa (2008), destacam os múltiplos obstáculos que o professor precisa transpor para implementar aulas experimentais. Dentre elas destacam-se:

- a pequena quantidade ou inexistência de material necessário para preparação da atividade experimental;
- carga-horária reduzida de aulas de Física no Ensino Médio para a realização de coleta de dados e real discussão dos resultados obtidos pelos estudantes;
- alta carga horária do professor que o impede de preparar e planejar aulas experimentais;
- limitações institucionais;
- ausência de laboratório adequados nas escolas;
- excessivo número de alunos em sala de aula;
- falta de uma maior articulação entre professores que envolvam os educadores;
- falta de preparo metodológico dos professores para a realização de tais atividades.

Visando facilitar o trabalho dos professores no desenvolvimento de atividades experimentais com características problematizadoras e buscando a motivação dos alunos, idealizamos e construímos um protótipo experimental que, por ser controlado remotamente a partir de um dispositivo com acesso à *internet*, permite a aquisição de dados reais de fenômenos relacionados aos estudos de circuitos elétricos em série, paralelos e mistos. Nosso intuito, com este trabalho, é analisar as possíveis contribuições desse tipo de atividade ao ensino de conceitos científicos quando comparado com uma atividade experimental realizada presencialmente.

2 – A pesquisa

Para avaliarmos o impacto de um experimento remoto para a aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos relacionados com eletrodinâmica, comparamos a dinâmica de duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de São Paulo, sendo que, em umas delas aplicamos a atividade experimental a partir do acesso pela *internet* e, na outra, disponibilizamos um aparato experimental na qual a atividade era realizada presencialmente pelos alunos.

Para os 36 alunos do 3º ano A foi desenvolvida atividade experimental acessada remotamente por meio de net books e, para, os 38 alunos do 3º ano B foi realizada uma atividade experimental presencial com as mesmas características da atividade realizada a distância.

A metodologia utilizada foi a mesma para ambas as turmas: os alunos foram divididos em grupos, sendo 9 grupos de 4 alunos no 3º ano A e 10 grupos no 3º ano B (9 grupos de 4 alunos e 1 grupo de 5 alunos).

Três aulas teóricas sobre conceitos eletrodinâmica foram ministradas, pelo mesmo professor,

em dias diferentes da realização da atividade experimental para as duas turmas. Nessas aulas tratou-se sobre: a 1ª Lei de Ohm, circuitos elétricos em série, circuitos elétricos em paralelo, circuitos elétricos mistos e potência elétrica dissipada por resistores.

No dia da atividade experimental foi solicitado às turmas de alunos que montassem três configurações de circuitos elétricos: um em série, um em paralelo e um misto e realizassem medidas de tensão e de corrente elétrica em diferentes pontos destes circuitos, visando responder a seguinte pergunta: “Em qual configuração de um circuito elétrico a lâmpada dissipa mais potência elétrica?”

Após a coleta de dados, os alunos deveriam discutir, em plenária: entre si e com o professor, os resultados obtidos com vistas a elaboração de uma resposta à questão proposta. Ao fim da atividade solicitamos que os alunos respondessem a um questionário que buscava avaliar a impressão que tiveram das atividades realizadas. Ao professor pedimos que explicitasse sua impressão sobre o aproveitamento da atividade por parte dos alunos.

Aos alunos foi perguntado o seguinte:

1 - Qual sua opinião sobre a atividade realizada? 2 - Você se sentiu motivado(a) a realizar a atividade? 3 - No que você acha que a atividade te ajudou ou te atrapalhou no entendimento do conteúdo científico estudado? 4 - Você quer dizer algo sobre a atividade que não foi perguntado neste questionário?

Para o professor foi perguntado o seguinte:

1 – O que você achou das atividades realizadas? 2 – Você acha que ambas contribuíram da mesma maneira para o aprendizado dos alunos ou não? Por quê? 3 – Você gostaria de pontuar algo que não perguntamos neste questionário?

Este trabalho é um recorte de uma dissertação de mestrado. As plenárias foram vídeo-gravadas e os diálogos estabelecidos estão sendo devidamente transcritos para serem mais detalhadamente analisados. Porém, para efeito deste trabalho, apresentamos a compilação dos resultados obtidos com os questionários aplicados.

2.1 – Descrição do experimento controlado remotamente

Para a montagem do experimento remoto utilizou-se uma placa de madeira como base do experimento que é similar à um painel sinótico. Na Figura 1 mostra-se a parte frontal da montagem visualizada por um usuário no momento da realização da atividade experimental remota. As chaves (S1, S2 e S3) são representadas pelo acionamento de *leds* vermelhos que, de forma lúdica, caracterizam o estado dos contatos elétricos presentes no circuito misto (série e paralelo) das lâmpadas de 12Vcc (L1, L2 e L3). Uma placa a relés confere o acionamento real dos contatos das lâmpadas e os contatos de comutação dos multímetros presentes na montagem. Os dois instrumentos têm a função de voltímetro e de amperímetro. O circuito de comando é estabelecido a partir de uma placa arduino, uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre. A leitura e a coleta de todos os dados são realizadas, em tempo real, pelo usuário através de uma câmera.

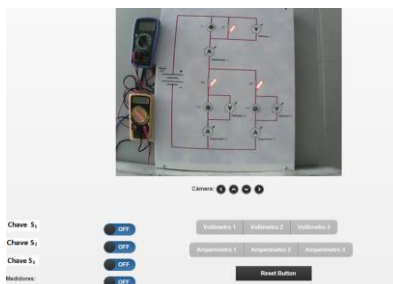
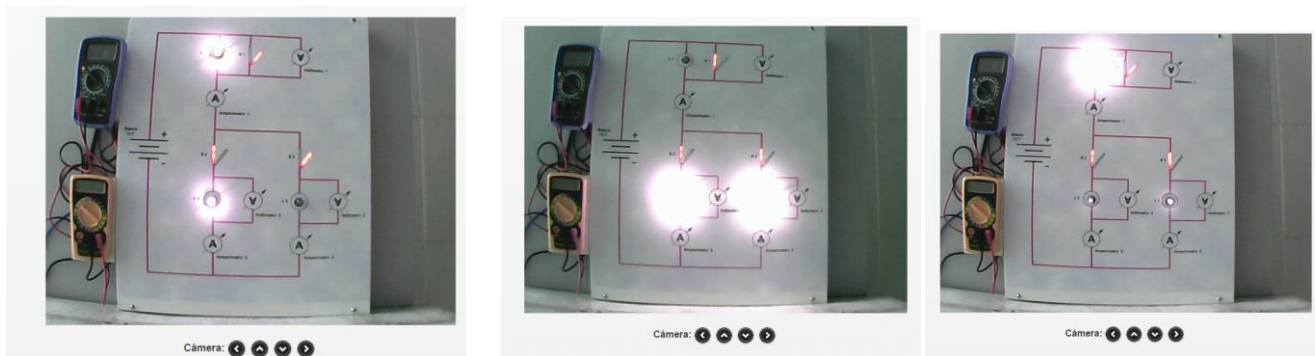


Figura 1 – Experimento remoto sobre circuitos elétricos

Dependendo do acionamento das chaves os estudantes podem ter diferentes configurações do circuito.



(a)

(b)

(c)

Figura 2 – a) circuito em série; b) circuito paralelo; c) circuito misto

2.2 – Descrição do experimento realizado presencialmente

O experimento presencial foi elaborado pelos pesquisadores, com a perspectiva ser de baixo custo e de fácil construção. Constitui-se de uma placa de madeira na qual se adapta três lâmpadas com soquete e um suporte de 4 pilhas de 1,5 V. As conexões entre as lâmpadas podem ser feitas por 6 ganchos (pitão) parafusados na madeira e por 4 trincos de portão (aldravas) como indicado na figura a seguir.

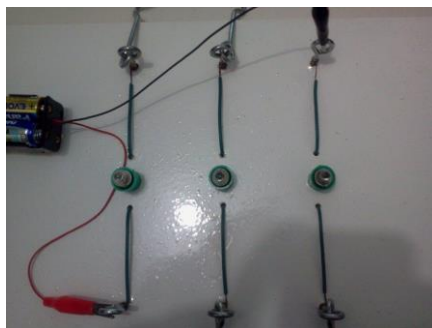
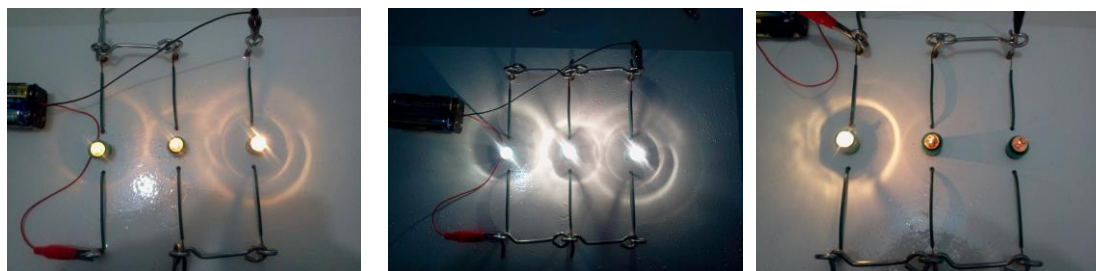


Figura 3 – experimento presencial

A partir da maneira como os trincos são ligados nos ganchos em relação à fonte de tensão, podemos ter diferentes configurações de circuitos elétricos:



(a)

(b)

(c)

Figura 4 – a) circuito em série; b) circuito paralelo; c) circuito misto

Pela intensidade do brilho das lâmpadas os alunos podem fazer uma análise qualitativa da potência dissipada. Porém, o uso de um multímetro pode permitir a leitura de corrente elétrica e de tensão nos diferentes pontos dos circuitos.

3 – Resultados obtidos

É importante destacar que a atividade controlada remotamente durou 2 aulas, uma seguida da outra. Enquanto que a aula com experimento presencial durou 3 aulas. A coleta de dados demorou duas aulas.

As respostas dadas pelos alunos, tanto do 3º ano A, que realizaram o experimento controlado remotamente, quanto do 3º ano B, que realizaram o experimento presencialmente, revelaram satisfação com a atividade realizada. Aproximadamente 90% dos alunos do 3º ao A, afirmaram que gostaram da atividade e se sentiram motivados em realizá-la. Para aproximadamente 89% dos alunos do 3º ano B o experimento também foi interessante e motivador.

Alunos do 3º ano A:

A₁- “Achei legal o experimento porque a gente viu funcionar...” “ Fiquei motivado porque não é aquela aula parada, foi legal a gente ver tudo funcionando...”

A₂ – “A aula assim é mais animada a gente vê a Física na prática. Bem legal” “Fiquei motivada sim, a gente mudou as coisas, mediu, conversou, cada um deu sua opinião, foi mais animada a aula”.

Como exemplo de resposta negativa com relação ao gostar ou se motivar com a atividade, alguns alunos deixaram o questionário em branco. Assim entendemos que a resposta era negativa. Alguns que responderam disseram que não gostavam ou não se interessavam por Física, outros porque não gostaram de falar no final :

A₃ – “Eu não gostei muito. Mais ou menos. É melhor que as outras aulas, mas eu não gosto de Física mesmo”. “ Eu não fiquei muito motivado porque eu não gostou muito de Física”.

A₄ – “ Eu gostei de fazer a experiência, mas não gostei da parte de falar, de explicar” “ Eu sou meio tímido aí ter que falar me deixou um pouco nervoso”.

Alunos do 3º B:

B₁- “A experiência foi legal porque é diferente do desenho. Desenhar e ver o circuito no caderno não é a mesma coisa de ver real” “Fiquei motivada sim porque eu gosto de aula com experiência. Podia ser sempre assim”.

B₂ – “Eu gostei da aula assim. É mais animada, não é tão parada”. “Fiquei motivado porque a aula não foi parada, deu para ver como tudo funciona”.

Como exemplo de resposta negativa com relação ao gostar ou se motivar com a atividade, alguns alunos reclamaram da dificuldade do experimento

B₃ – “Achei meio difícil ligar aquelas perninhas” “ Não fiquei muito motivado porque achei meio difícil ligar o circuito certo. É mais fácil fazer o paralelo”.

Do ponto de vista da contribuição para a aprendizagem, aproximadamente 95% dos alunos, tanto do 3º A quanto do 3º B acharam que o experimento controlado remotamente trouxe contribuições. Muitos destacaram o fato de o experimento permitir ver na prática o que se discute na teoria. Além disso, ambas as turmas destacaram o fato da aula ser mais ativa e propiciar mais a participação de todos:

A₅ – “Pela experiência dá para aprender mais porque tipo a gente vê na prática as coisas que o professor ensina”

Interessante destacar a fala de A₃ que apesar de dizer que não se sentiu motivado disse que aprendeu mais com a aula experimental:

A₃ – “ Achei que contribuiu para aprender mais sim, é mais fácil de entender as coisas quando a gente vê acontecendo na prática”.

B₄ – “ Eu aprendi mais com a experiência do que com as aulas. Nas aulas agente tem uma noção. Na experiência a gente aplica”.

B₆ – “ Eu acho que a gente aprende nas aulas e na experiência. Mas na experiência a gente vê mais coisas. Uma completa a outra”.

Com relação às perguntas feitas ao professor, suas respostas apontam para a satisfação com ambas as atividades. Ele destaca que, na sua preferência optaria por experimentos presenciais. Na opinião dele o laboratório presencial “tem cheiro”, “tem sabor” que com a distância se perde. Contudo ele destacou que, no ponto de vista da aprendizagem, ambas as atividades contribuíram para as discussões e aproveitamento dos alunos.

Professor: “Eu achei boa as duas experiências. Na verdade, elas são as mesmas. Mas, para ser sincero eu prefiro a presencial. Acho que as escolas deveriam ter laboratórios equipados para gente fazer experiência presencial. Sabe? Para mim o laboratório de Física tem cheiro, tem sabor que quando a gente está nele a gente sente. No experimento a distancia, por mais real que seja, esse cheiro e esse sabor perde-se. Mas eu achei válido tudo. Achei que as duas experiências contribuíram para o aluno aprender”.

3 – Considerações finais

Os resultados do trabalho ainda são preliminares e, portanto, não permitem conclusões peremptórias. A análise mais detalhada das discussões que se estabeleceram na plenária irá permitir fazer maiores comparações entre as atividades realizadas. Contudo, com esses dados iniciais há indícios que a experimentação remota pode trazer contribuições para o trabalho do professor. Não se trata aqui de defendermos a substituição de uma atividade por outra. Porém, os resultados de satisfação dos alunos mostraram que tais estratégias são melhores do que aquelas baseadas no verbalismo excessivo do professor e na passividade extrema dos alunos.

Apesar do professor não destacar em sua fala, a experimentação presencial envolveu a construção do experimento que, apesar de simples e de baixo custo, envolveu tempo e dinheiro nem sempre disponíveis aos docentes da Educação Básica. A Atividade remota estava disponível na internet, era só acessar o experimento pelo endereço web e realizar a atividade.

Ao nosso ver, mesmo que resultados mais minuciosos da interação professor-alunos na plenária indiquem que a atividade presencial contribui mais para a aprendizagem dos alunos, os dados que obtivemos com a aplicação do questionário chama a atenção para o fato de o experimento controlado remotamente oferece uma alternativa para os docentes que não contam com a disponibilidade de um experimento presencial.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio financeiro e à Capes pelo apoio à bolsista.

Referências

- BUCK, R. The biological affects: a typology. **Psychological Review**, Washington, v. 106, n. 2, p. 301-336, 1999.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2009
- LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 2008.
- MONTEIRO, M.A.A; SANTOS, D.A.; TEIXEIRA, O. P. B. Caracterizando a autoria no discurso em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências – V12(2)**, pp.205-225, 2007.
- MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, 2004a.
- MONTEIRO, Marco A. A.; TEIXEIRA, Odete P. B. Propostas e avaliação de atividades de conhecimentos físico nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n.1, p. 65-82, abr. 2004b.
- NEVES, S. M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o Papel do Trabalho Experimental, na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula – Um Estudo Exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.
- PRAIA. P.; CAHAPUZ, A.;GIL-PÉREZ, D. A Hipótese E A Experiência Científica Em Educação Em Ciência: Contributos Para Uma Reorientação Epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.
- RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O Ensino de Ciências: Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Limitam a Realização de Atividades Experimentais pelo Professor dos nos Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.
- SÉRÉ, M.G. Towards renewed research questions from the outcomes of the european project labwork in science education, **Science Education**, 86, 624-644, 2002.
- SILVA, L.H.A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 p.
- VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S.. A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 3, p.187-209, 2003.