

Possibilidades e Limitações Relacionadas ao Uso de um Experimento Remoto em uma Abordagem Investigativa

Possibilities and Limitations Related to the use of a Remote Experiment in an Investigative Approach

Dayane Carvalho Cardoso¹, Eduardo Kojoy Takahashi², Thiago Miranda de Oliveira³

Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia-MG)¹, Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia-MG)², Escola Estadual Boulanger Pucci (Uberaba - MG)³
dayane_carvalho@yahoo.com.br¹, ektakahashi@gmail.com²,
thiago.mdeo@gmail.com³

Resumo

O experimento para a determinação da razão carga/massa do elétron, similar ao usado por Thomson, foi adaptado e disponibilizado para ser manipulado remotamente, a partir de um computador conectado à internet. Como a disponibilização do experimento remoto em si não garante uma contribuição efetiva ao processo de ensino-aprendizagem, este trabalho apresenta a aplicação e uma análise de uma proposta metodológica para ser utilizada com o experimento, que está fundamentada em uma abordagem investigativa e incorporada em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). O desenvolvimento deste trabalho resultou em um produto educacional acessível às escolas da educação básica e contribuiu para o estabelecimento de trabalhos de pesquisa cooperativos entre estudantes de diferentes níveis da educação formal e pesquisadores com diferentes formações profissionais. A metodologia proposta foi aplicada em uma escola pública pelo professor de física da turma, em conjunto com os pesquisadores.

Palavras chave: Experimento remoto, metodologia de ensino, experimento de Thomson.

Abstract

The experiment to determine the charge-to-mass ratio of the electron, similar to that used by Thomson, was adapted and made available to be manipulated remotely from a computer connected to the internet. As the availability of remote experiment itself does not warrant an effective contribution to the learning process, this work presents the application and analysis of a methodology to be used with the experiment, which is based on an investigative approach and incorporated into a virtual learning environment (VLE). The development of this work gave rise to an educational product which is accessible by schools of basic education and contributed to the establishment of cooperative research work among students of different levels of formal education and researchers with different professional backgrounds. The proposed methodology was applied in a public school by the class physics teacher together with the researchers.

Key words: Remote experiment, teaching methodology, Thomson's experiment.

Introdução

O experimento para a determinação da razão carga/massa do elétron, como realizado por Thomson, foi adaptado e disponibilizado para ser manipulado remotamente, a partir de um computador conectado à internet.

Porém,

[...]a Experimentação Remota associada ao ensino de ciências, no Brasil e no mundo, ainda é um campo muito novo e pouco explorado. As eventuais limitações na utilização desta ferramenta de ensino devem ser estudadas de forma aprofundada e uma metodologia adequada deve ser explorada para suprir as necessidades de uma aula prática (CARDOSO; TAKAHASHI, 2008).

Como a disponibilização de um experimento real à distância (experimentação remota) em si não garante uma contribuição efetiva ao processo de ensino-aprendizagem, foi elaborada uma proposta metodológica para ser utilizada com o experimento, que está fundamentada em uma abordagem investigativa e em uma concepção diferenciada de ensino experimental. Todos os elementos relevantes da metodologia estão incorporados em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar alguns resultados e discussões sobre a aplicação desta metodologia de ensino.

Existem diversas concepções acerca dos motivos que impulsionam a realização de uma atividade experimental, seus objetivos e as ações para atingi-los. Algumas pesquisas têm apontado para a importância da utilização dessas atividades com uma natureza investigativa (HERNANDES; CLEMENT; TERRAZAN, 2004).

Aponta-se para a necessidade de que essas atividades experimentais constituam-se em situações-problemas para o aluno, levando-o a adotar uma atitude pró-ativa de interesse pela busca do conhecimento e estimulando a descoberta autônoma, que é considerada por alguns pesquisadores como o estágio mais alto do processo de aprendizagem (AZEVEDO, 2004).

Segundo Azevedo (2004),

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

Para Lewin e Lomáscolo (1998), uma atividade experimental investigativa

[...] favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (p. 148).

Além disso, a aprendizagem investigativa favorece a aprendizagem de atitudes e procedimentos, que é tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e conteúdos (AZEVEDO, 2008).

No Brasil, as escolas oferecem, em geral, de 2 a 3 horas-aulas de Física por semana. Mas este tempo não é suficiente para a adoção de um ensino com base em uma proposta investigativa. Desta forma, a utilização da experimentação remota em conjunto com um ambiente virtual de

aprendizagem pode permitir esta estratégia de ensino, uma vez que não estabelece um limite de tempo e um espaço físico específico para a aprendizagem.

Metodologia

A metodologia proposta foi aplicada à uma turma de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública, pelo professor de física da turma, em conjunto com os pesquisadores. A metodologia foi discutida com o professor da disciplina e a sequência didática foi incorporada ao seu planejamento de aulas e mesclada com suas aulas tradicionais de eletromagnetismo. A sequência didática da metodologia proposta foi distribuída ao longo de onze aulas do primeiro e segundo bimestres, em momentos não necessariamente consecutivos.

Na elaboração da metodologia foi considerada que uma atividade experimental deve se constituir como uma situação problematizadora ao estudante, com o objetivo de estimular a descoberta autônoma, a integração de conhecimentos, além de potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico e o desenvolvimento do espírito crítico nos estudantes. Para isso, a proposta tem base em uma atividade de laboratório aberto, que busca

[...] como as outras atividades de ensino por investigação, a solução de uma questão, que no caso será respondida por uma experiência. Essa busca de solução pode ser dividida basicamente em seis momentos: proposta do problema, levantamentos de hipóteses, elaboração do plano de trabalho, montagem do aparato experimental e coleta de dados, análise dos dados e conclusão (AZEVEDO, 2008).

Na tabela 1 estão indicados esses seis momentos na metodologia proposta.

A metodologia foi desenvolvida com suporte do AVA (Figura 1) para utilização do experimento remoto.



Figura 1: Ambiente Virtual de Aprendizagem

O AVA contém os materiais instrucionais relacionados à descoberta do elétron e permite o acesso ao experimento remoto através de uma interface gráfica (Figura 2). O AVA pode ser

acessado a partir de um computador pessoal (PC) ou um dispositivo móvel.



Figura 2: Interface gráfica do experimento remoto

A Tabela 1 mostra a relação das aulas e do conteúdo de cada aula.

Aula	Conteúdo
1 - Identificação de Conhecimentos Prévios	<ul style="list-style-type: none"> - Organização de grupos de alunos, com até 3 alunos por grupo, para responder os seguintes questionamentos feitos pelo professor: “O que é o elétron?” “Por que é importante estudar sobre o elétron e suas propriedades?” “Em que situações você percebe a atuação do elétron?”, Apresentação e debate sobre as respostas apresentadas pelos estudantes
2 - Proposta do Problema	<ul style="list-style-type: none"> - Navegação livre pelo AVA para reconhecimento do ambiente. - Visualização de um vídeo (cerca de 5 minutos) que apresenta informações com a intenção de conscientizar o aluno da importância que o elétron possui no mundo contemporâneo. - Orientação para responder no fórum a problematização postada no AVA: “Hoje, é difícil identificar algo ao seu redor que não funcione à base de eletricidade, ou que não seja explicado por alguma propriedade eletrônica. Mas se o elétron é o principal ator de tantos fenômenos, dispositivos e objetos naturais, por que a sua descoberta demorou tanto tempo? Como foi possível descobri-lo e que cientistas se envolveram na sua descoberta?”.
3 - Levantamentos de Hipóteses	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão das respostas postadas no fórum e de como proceder para se certificar das mesmas. - Orientação para os alunos estudarem sobre informações disponíveis na “Linha do Tempo” do AVA acerca dos principais cientistas cujos trabalhos contribuíram para a descoberta do elétron.
4 - Elaboração do Plano de Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão referente às informações constantes na Linha do Tempo. - Apresentação de instruções para os alunos acessarem o link “O Experimento” com o intuito de identificarem os elementos presentes no aparato experimental a partir dos estudos sobre a Linha do Tempo.
5 - Elaboração do Plano de	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão da problematização: “Como determinar a existência do

Trabalho	<p>elétron com o aparato experimental disponibilizado?”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre cada equipamento que compõe o aparato experimental com associação a conceitos do eletromagnetismo já abordados previamente em aula.
6 e 7	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem dos conceitos de eletromagnetismo relevantes para compreender e realizar o experimento.
8 e 9 - Montagem do Aparato Experimental	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem do aparato experimental com uso de um simulador desenvolvido pelo Nutec e realização de questionamentos para verificar a compreensão dos alunos sobre o aparato e sua montagem. - Observação do funcionamento do aparato real. - Abordagem da equação para obtenção da razão carga/massa do elétron, com ênfase na identificação das constantes e variáveis a serem controladas experimentalmente. - Elaboração, pelos alunos, do roteiro para a realização do experimento.
10 e 11 - Elaboração do Plano de Trabalho, Coleta de Dados e Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão do roteiro proposto verbalmente pelos alunos, realização do experimento remoto com o roteiro dos alunos e análise dos resultados. - Apresentação, pelo professor, de um roteiro experimental para obter resultados mais confiáveis, com discussões comparativas ao roteiro elaborado pelos alunos. - Realização do experimento remoto com o novo roteiro e análise dos resultados. - Discussão sobre algumas implicações da descoberta do elétron para a humanidade. - Instruções para a elaboração de memórias científicas e solicitação aos alunos para elaborarem um registro narrativo individual sobre a sua participação nas atividades realizadas.

Tabela 01: Planejamento das aulas desenvolvidas na aplicação da metodologia proposta.

Resultados e Discussões

Após a aplicação da metodologia, o professor da disciplina foi entrevistado e elaborou uma análise escrita em relação aos seguintes tópicos: i) diferenças entre suas aulas tradicionais e a metodologia utilizada; ii) dificuldades e desafios da incorporação da nova metodologia; iii) percepções acerca das atitudes dos alunos; iv) reflexos da integração da metodologia no seu planejamento de aula diante das limitações de tempo e necessidade de cumprimento do conteúdo; v) possibilidades ou não da nova metodologia permitir realizar o que não era possível em suas aulas tradicionais.

Na Tabela 2, estão apresentadas algumas das análises do professor e dos pesquisadores em relação aos tópicos citados.

Tópicos	Análise do professor	Análise dos pesquisadores
Diferenças entre as aulas tradicionais e a metodologia utilizada.	“Olhando para a metodologia utilizada me vejo forçado a seguir outros caminhos que se adequassem ao plano	A maior dialogicidade com os estudantes torna imprevisível o conhecimento requerido do professor, gerando-lhe insegurança quanto à extensão do seu domínio do conteúdo. A utilização de observação fenomenológica cria condições para

	proposto pelo projeto.”	o debate sobre os modelos científicos idealizados, o que não é considerado na formatação tradicional do ensino de Física. A experimentação introduz a variabilidade e a incerteza no resultado, em contraposição à resolução de exercícios fechados, o que causa um incômodo ao estudante (por ser uma atividade mais aberta ao erro e às consequências da utilização inadequada) e ao professor (por não garantir a obtenção do que é previsto teoricamente). Mas, neste caso, o professor percebeu a diferença metodológica e adaptou-se bem à nova proposta, tornando-se mais inquiridor e ouvinte do que orador e muito mais preocupado com a parte conceitual do conteúdo trabalhado.
Dificuldades e os desafios da incorporação da nova metodologia.	<p>- “No início existiam alguns desafios, podendo destacar a junção entre o plano tradicional e o plano proposto pelo projeto sem que houvesse perdas consideráveis.”</p> <p>- “Do modo como as aulas de física são distribuídas na rede pública de ensino fica complicado para o professor trabalhar o conteúdo curricular proposto, pois são apenas duas de cinquenta minutos semanais.”</p>	<p>Todos os aspectos anteriormente apontados dificultam a adoção de metodologias inovadoras, pois exigem que o professor aceite a perda de controle total sobre o desenvolvimento da aula e as suas limitações de conhecimento. O fato de, eventualmente, não saber a resposta a uma questão posta pelos alunos parece ser o maior problema da concepção de ensino do professor que persiste em atuar de forma tradicional. Outro ponto relevante é a noção de perda de conteúdo a ser trabalhado ao se adotar uma estratégia diferente de ensino.</p> <p>Percebe-se que os alunos, em sua maioria, não participam de discussões promovidas em sala de aula, não respondem aos questionamentos dos professores e não expõem o seu pensamento com receio de errar. Para que a aplicação da metodologia tenha êxito, é necessário que os alunos busquem o conhecimento fora do horário escolar, porém, eles, em geral, não possuem esse costume e desenvolver esse tipo de atitude demanda tempo e dedicação; não é algo que seria possível desenvolver em algumas aulas.</p>
Percepções acerca das atitudes dos alunos.	<p>- “Havia uma parcela dos discentes que faltava às aulas e a expectativa da aceitação dos discentes frente à nova configuração da aula.”</p> <p>- “Percebi os alunos um pouco distante das discussões nas aulas que precediam o projeto, talvez por elas não estarem dentro do padrão de aula de física que estavam acostumados.”</p> <p>- “Esses alunos começaram buscar informações além das disponibilizadas nas aulas.”</p>	<p>Alguns alunos desenvolveram curiosidade acerca do assunto, participaram bastante das discussões e levaram, para a sala de aula, dúvidas relacionadas às suas pesquisas para serem discutidas. No decorrer do semestre a participação desses alunos aumentou de forma significativa e satisfatória para a nova proposta metodológica, porém, a maioria permaneceu sem participar das discussões e sem realizar as atividades extra sala de aula. Uma avaliação da contribuição de metodologias deste tipo para a mudança de atitude dos alunos só pode ser realizada em um intervalo de tempo grande. Porém, ocorreram indícios de que, se este tipo de metodologia fosse implementada e mantida desde os primeiros anos escolares, possivelmente viabilizaria o desenvolvimento de atitudes mais proativas dos estudantes frente à construção do seu conhecimento.</p>
Reflexos da integração da metodologia no	- “A união do plano tradicional à metodologia proposta teve que ser bem	De acordo com as exigências do estado (CBC e PCN), não houve prejuízo em relação ao conteúdo desenvolvido. Foram trabalhados os conceitos de

<p>planejamento de aula diante das limitações de tempo e necessidade de cumprimento do conteúdo.</p>	<p>pensada para que não houvesse perdas significativas. Neste contexto foram introduzidas 11 aulas ao plano tradicional que fez o tempo para a realização de atividades complementares ficar escasso.”</p> <p>- “Perdemos um pouco na discussão de atividades matematizadas, mas, ganhamos muito na construção dos conceitos fundamentais relacionados ao eletromagnetismo.”</p>	<p>carga elétrica, corrente elétrica, força elétrica, campo elétrico, ação de um campo elétrico sobre cargas elétricas, potencial elétrico, circuito elétrico, instrumentos de medida e medidas elétricas, campo magnético, força magnética, campo magnético criado por correntes elétricas (fio retilíneo, bobina e bobinas de Helmholtz) e ação de um campo magnético sobre cargas elétricas. Além disso, como o tempo destinado às aulas de física é muito curto, não há como ensinar todo o conteúdo exigido em sala de aula; portanto, há a necessidade de priorizar conceitos, redimensionar a profundidade e abrangência das abordagens temáticas e é necessário criar estratégias para que o aluno seja mais ativo na construção de seu próprio conhecimento e não dependa exclusivamente do professor.</p>
<p>Possibilidades ou não da nova metodologia permitir realizar o que não era possível em aulas tradicionais.</p>	<p>“A inserção desta metodologia trouxe a oportunidade tanto para mim, professor, quanto para os alunos de frequentar o laboratório de informática com a proposta de consolidar e justificar as nossas aulas em sala.”</p>	<p>Acreditamos que a justificativa para o uso das tecnologias da informação e comunicação deve estar na dificuldade ou impossibilidade de trabalhar conhecimentos conceituais, atitudinais ou procedimentais sem o emprego das mesmas. O uso da experimentação remota permite acesso a experimentos que seriam inviáveis no ensino de Física. Além disso, a metodologia proposta possibilitou ao aluno realizar a conexão da teoria com a prática e o exercício do planejamento da realização do experimento. Normalmente, não é possível realizar atividades experimentais nas escolas por falta de material e, quando isso ocorre, elas são basicamente demonstrativas e não permite coleta de dados, não favorecendo, assim, a aprendizagem de procedimentos e atitudes.</p>

Tab
l
a

02: Análise do professor e dos pesquisadores

Conclusão

Dentre as diversas pesquisas desenvolvidas na área da Educação que apontam potenciais recursos para o processo de ensino e aprendizagem, os Laboratórios de Experimentação Remota surgem como algo novo e promissor, com tendência de se tornarem instrumentos muito eficientes para compartilhar experimentos (NARDI; GATTI, 2004), mas que ainda precisam de uma quantidade maior de pesquisas sistemáticas sobre suas reais potencialidades, particularmente, na aprendizagem significativa em Física, pois “as aplicações das TICs em contextos educativos sugerem que os laboratórios realizados através do uso da Internet podem fornecer mais oportunidades para experiências de laboratório e melhorar o método de ensino” (SILVA; SANTOS; DIAS, 2011).

O desenvolvimento do AVA para a determinação experimental da razão carga/massa do elétron, além de resultar em um produto educacional acessível às escolas da educação básica, contribuiu, ainda, para o estabelecimento de trabalhos de pesquisa cooperativos entre estudantes de diferentes níveis da educação formal e pesquisadores com diferentes formações profissionais.

Entretanto, a sensação de “perda” de conteúdo ao adotar uma metodologia de ensino diferenciada se concretiza como um dos maiores desafios para a adoção da metodologia. Isso

é compreensível dentro do contexto atual de ensino, pois, o estado disponibiliza apenas duas aulas semanais de cinquenta minutos para a disciplina de física e exige que o professor trabalhe bastante conteúdo. Porém, pela descrição que apresentamos, nossa proposta procura romper com esta formatação de ensino. Por exemplo, um dos objetivos do ensino investigativo é o de que o aluno deve desenvolver a atitude de buscar conhecimento; desta forma, a aprendizagem não fica centrada no professor e o aluno tem a possibilidade de continuar aprendendo fora do contexto escolar e, nesse caso, o professor tem o papel de orientar a busca do conhecimento. Assim, o professor não “perde” tempo com uma metodologia embasada no ensino investigativo; ele modifica tanto a forma de utilizar o tempo para aprender, quanto o próprio ato de aprender.

Outro ponto a ser considerado é que uma mudança de atitude do aluno é um processo longo e que a aplicação de uma metodologia deste tipo deve ser incorporada como habitual no cotidiano do processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos e apoios

Fapemig e Capes.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. IN: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação Remota Em Atividades De Ensino Formal: Um Estudo A Partir De Periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8 n. 2, 2008.

HERNANDES, C. L.; CLEMENT, L.; TERRAZAN, E. A. Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situações do cotidiano. VII EPEF. **Anais**. Águas de Lindóia, 2002.

LEWIN, A. M. F.; LOMÁSCOLO, T. M. M. La Metodología Científica Em La Construcción De Conocimientos. **Enseñanza de las ciencias**, v. 20, n. 2, p.147-151,1998.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. Uma Revisão Sobre As Investigações Construtivistas Nas Últimas Décadas: Concepções Espontâneas, Mudança Conceitual E Ensino De Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 2, 2004.

SILVA, L. C. M.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C. A CARGA ESPECÍFICA DO ELÉTRON. UM ENFOQUE HISTÓRICO E EXPERIMENTAL. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1601, 2011.