

Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica

Teaching by inquiry: problematizing the learning in an activity on electrical conductivity

Domingos Rodrigues Souza Junior

UFES/CCE/PPGEnFis - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
junior.cef@uol.com.br

Geide Rosa Coelho

UFES/CE/PPGEnFis - Programa de Pós-Graduação em Educação
geidecoelho@gmail.com

Resumo

Este artigo está embasado em um trabalho de pesquisa de mestrado, inserido numa linha que investiga a aprendizagem de conceitos científicos em abordagens com enfoque no ensino de ciências por investigação. Faremos uma discussão da perspectiva investigativa de ensino e de sua relação com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Relatamos um estudo sobre uma intervenção referente ao tópico de Eletrodinâmica, concebida para auxiliar as aprendizagens: conceitual, procedimental e atitudinal dos estudantes. A intervenção foi realizada em três turmas, com 77 estudantes, do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Vitória/ES. Apresentamos uma análise preliminar dos dados obtidos, em dois aspectos: quantitativo (evolução da aprendizagem conceitual dos estudantes); qualitativo (baseado no diário de bordo produzido durante a intervenção). Os resultados apontam que a atividade investigativa, do modo como foi conduzida, possui potencial para favorecer a Aprendizagem Significativa e de tornar o estudante mais engajado no processo.

Palavras chave: Ensino de Ciências, atividades investigativas, eletrodinâmica.

Abstract

This article is based on a master's research thesis, inserted on a line that investigates the learning of scientific concepts in approaches with a focus on science inquiry-based teaching. We will discuss the inquiry-based education perspective and its relation to Ausubel's theory of Meaningful Learning. We report a study of an intervention related to the topic of Electrodynamics, designed to assist conceptual, procedural and attitudinal learning of students. The intervention was conducted in three classes, with 77 students of the 3rd year of High School in a public school in Vitória/ES. We present a preliminary analysis of the data obtained in two aspects: quantitative (evolution of the conceptual learning of students); qualitative (based on a logbook produced during the intervention). The results show that the inquiry-based activity in the way it was conducted, has the potential to favor Meaningful Learning, and make the student more engaged in the process.

Key words: Science Teaching, inquiry-based activities, electrodynamics.

Introdução

Neste artigo, apresentaremos o resultado de uma intervenção realizada com os alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual mediante a realização de uma atividade investigativa. Essa intervenção é parte de um trabalho de mestrado profissional em Ensino de Física, que tem por objetivos principais: investigar a evolução da aprendizagem de conceitos dos estudantes pautado num estudo longitudinal e verificar se os ambientes de aprendizagens projetados promovem aprendizagem significativa. Faremos uma discussão ao longo deste trabalho do modelo de aprendizagem proposto por Ausubel, do ensino na perspectiva investigativa e das aprendizagens adquiridas. O cerne da nossa pesquisa está na utilização de uma metodologia de ensino por investigação. Consideramos que essa metodologia proporciona aos estudantes posturas ativas na construção de um conhecimento científico, exigindo deles que saiam das zonas de conforto como receptores passivos e passem a desenvolver papéis de protagonistas no processo de ensino/aprendizagem.

Referenciais Teóricos

O Ensino de Ciências por investigação

No ambiente escolar, o que sustenta as aulas – não importa as áreas: ciências da natureza, ciências humanas ou códigos e linguagens – são as aprendizagens que elas proporcionam. Os professores buscam metodologias de ensino que tentam atrair a atenção dos alunos para os conteúdos ensinados nas aulas.

Investigação e Compreensão são competências básicas sugeridas no PCN para que se desenvolvam nos estudantes a aquisição de habilidades para: construir e investigar situações-problema; utilizar modelos físicos; avaliar, prever e analisar previsões. (BRASIL, 1998). Há alguns anos, muitos autores têm criticado o modelo tradicional de ensino e o uso de metodologias de ensino por investigação na sala de aula. Nessa metodologia, os estudantes desenvolvem habilidades relacionadas à cultura científica e aprendem a resolver problemas (estruturar as etapas de resolução de um problema, buscar evidências para sustentar as ideias, levantar hipóteses para explicar o fenômeno, elaborar conclusões e relatar seus resultados). Ao trabalharmos na perspectiva investigativa, devemos deixar de lado essa noção de que o professor ocupa esse lugar de detentor de saber e procuramos estabelecer uma relação de mediador no processo ensino/aprendizagem. Os alunos são vistos como detentores e construtores do conhecimento e não mais como meros receptores de conteúdos – cabe aos professores a tarefa de mediar o aprendizado científico, instigar a participação dos alunos (a partir de uma postura ativa) de modo a construir o próprio aprendizado. Nas atividades colaborativas os estudantes explicitam seus conhecimentos prévios a respeito do problema, formulam e testam as hipóteses levantadas para a solução do problema e discutem seus resultados. Esse tipo de metodologia potencializa o aprendizado porque leva o aluno a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas. Segundo Azevedo (2004) e Carvalho (2009), outras dimensões de aprendizagens aparecem no processo de ensino por investigação, além da aprendizagem conceitual – àquelas que envolvem os principais modelos e teorias da ciência – aparecem ainda, a aprendizagem procedimental que envolve o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades da prática (medir, calcular, construir dispositivos, questionar) e a aprendizagem atitudinal que envolve o desenvolvimento de posturas em relação ao conhecimento científico e a sala de aula

(motivação para o estudo da ciência, a comunicação científica, o diálogo, o respeito à fala do colega).

Teoria de aprendizagem significativa e suas possíveis relações com ensino por investigação

Para Ausubel *et al.* (1980) a aprendizagem é a ligação feita ou construída pelos alunos dos conteúdos prévios (aquilo que o aluno já sabe) aos novos. Esse teórico vincula-se com a educação por meio do pensamento cognitivista. Ser cognitivista significa dar ênfase aos processos mentais da inteligência. Desse modo, Ausubel *et al.* (1980) pensam a aprendizagem significativa como um processo contínuo e ativo de conhecimento, que vai sendo construído pouco a pouco – o que a diferencia da aprendizagem mecânica. No processo de aprendizagem mecânica, também chamada de “decoreba”, os alunos agem não levando as estruturas mentais a nenhuma reorganização ou modificação, ou se isso chega a ocorrer, é muito pouco.

Zampero (2010) e Laburú (2010) estabeleceram algumas relações entre as atividades investigativas no ensino vinculado à teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os argumentos apresentados são: (i) a existência de um problema a ser investigado; (ii) a emissão de hipóteses pelos alunos; (iii) a percepção de evidências; (iv) o engajamento dos estudantes; (v) conclusão e divulgação dos resultados obtidos. Essas relações potencializam a aprendizagem significativa, e ainda auxilia o aluno a construir a realidade atribuindo-a significados.

A aprendizagem significativa diz respeito ao conteúdo agindo diretamente na vida do aluno. Não só no sentido prático, sobretudo, no sentido da compreensão daquilo que o aluno está aprendendo em sala de aula. Segundo Ausubel *et al.* (1980), existe necessidade em um processo de ensino, de elementos facilitadores que potencializem as aprendizagens. Esses elementos são os recursos pedagógicos, ou seja, as ferramentas apresentadas aos alunos para facilitar o aprendizado. Além dos recursos pedagógicos, Ausubel *et al.* (1980) coloca no rol dos elementos facilitadores da aprendizagem os *subsunçores*, que são os conceitos prévios já adquiridos ou já formulados pelos alunos, dando base para a formulação de novos conceitos e da reestruturação dos processos mentais. Os elementos facilitadores servem de âncora – tal como algo que pesca – que busca o conhecimento antigo a partir do novo e vice-versa.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as idéias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as idéias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, como, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34).

Assim sendo, trabalhamos na elaboração de uma unidade de ensino de Eletrodinâmica que privilegia as atividades centradas nos estudantes. Segundo Zabala (2009), uma unidade de ensino é um conjunto de atividades, estruturadas e articuladas para a consecução de um objetivo educativo em relação a um conteúdo concreto. Essa unidade de ensino, concebida para atender a pesquisa, será constituída de um material de cunho conceitual sobre Eletrodinâmica, de atividades investigativas (práticas de laboratório, simulação ou de interpretação) e de Objetos¹ de Aprendizagens (animações, imagens, softwares e vídeos) de

¹ Objetos de aprendizagens no construto de Mike Sostericand & Susan Hesemeier. Artigo: **When is a Learning Object not an Object: A first step towards a theory of learning objects.**

modo a aumentar o engajamento dos estudantes pelos estudos e propiciar momentos de aulas mais produtivos e instigantes.

Delineamento Metodológico

O estudo foi conduzido com três turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada em Vitória/ES. Convidamos todos os 77 alunos para participarem da pesquisa. Os estudantes trabalharam em pequenos grupos compostos por quatro a cinco componentes de modo a potencializar a participação de todos. A atividade em grupo permitiu aos estudantes trocar ideias sobre os fenômenos e conceitos científicos relacionados ao problema. A intervenção foi realizada em quatro aulas de 55 minutos. Foi disponibilizado para os estudantes, via e-mail, parte do material instrucional sobre o assunto abordado nas aulas. No início da intervenção todos os estudantes realizaram um pré-teste na tentativa de identificar os conhecimentos prévios que eles possuíam. Como se trata de um estudo longitudinal, realizamos ao fim da intervenção um pós-teste, a fim de investigar se houve evolução de aprendizagem conceitual. O teste possuía 18 itens (Verdadeiro ou Falso) semelhantes à tabela 1.

V	F	Todos os metais são bons condutores de eletricidade.
V	F	O metal possuiem sua estrutura interna íons e elétrons livres.
V	F	Nos condutores eletrolíticos os portadores de cargas são os íons.
V	F	Os metais conduzem eletricidade, mas são péssimos condutores de calor.

Tabela 1: Algumas das proposições do Pré-teste.

O problema apresentado na figura 1 era para os estudantes: (a) identificar de uma lista de materiais (ar, vidro, grafite, água salgada, água pura, etc.) aqueles considerados condutores de eletricidade ou isolantes (b) fornecer uma explicação científica para o fenômeno. A metodologia investigativa empregada tinha por objetivo levar o estudante a descrever as diferenças entre os condutores elétricos e os isolantes em dois aspectos: na teoria (explicar, à luz da física, o comportamento dos materiais) e, na prática (classificar os materiais isolantes e condutores por meio da experimentação).

As atividades investigativas são apontadas pelo potencial que possuem de estimular as interações entre os estudantes. Para reforçar o aspecto investigativo da atividade da figura 1, ela foi concebida na perspectiva PIE – Predizer, Interagir e Explicar – do mesmo método proposto por (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2012, p. 103). Nesse tipo de atividade, os estudantes num primeiro momento (referente à primeira parte da atividade) são convidados a *predizer*, ou seja, fazer previsões sobre o fenômeno estudado. Nessa etapa, sem o auxílio do material instrucional ou de qualquer objeto de aprendizagem, os estudantes levantam hipóteses para a solução do problema. Foi uma oportunidade de fazer uma avaliação diagnóstica e de conhecer que concepções de aprendizagens ou subsunçores eles possuem sobre o assunto. Num segundo momento (referente à segunda parte da atividade), os estudantes eram convidados a *interagir*. Por exemplo, numa atividade prática investigativa como a apresentada, os estudantes interagem com o aparato experimental – fazem medição, calculam, comparam resultados, testam se as hipóteses apresentadas anteriormente foram confirmadas. Por fim, na terceira parte da atividade, os estudantes deveriam *explicar* seus resultados e compará-los se existem ou não divergências nas respostas obtidas. Entendemos

que a divulgação dos resultados de uma atividade investigativa é importante tal como no laboratório de Ciências.

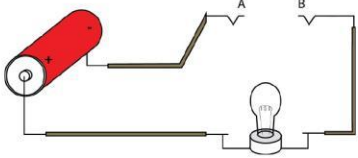
<p>Exp. 01 – Considere o circuito da Figura - 01. [...] Só utilize o circuito quando for solicitado.</p> 	<p>I – Parte</p> <p>1) Você acha que na condição que está o circuito a lâmpada irá brilhar? Comente.</p> <p>2) Faça uma previsão do que acontecerá com a lâmpada ao ligar entre as pontas A e B do circuito: (a) um canudo de plástico, (b) fio de cobre, (c) bastão de grafite (presente no lápis), (d) palito de madeira, (e) copo com água pura (destilada), (f) copo com água salgada (cloreto de sódio), (g) pedaço de vidro, (h) pedaço de batata.</p>
<p>II – Parte</p> <p>3) Faça os testes com os materiais listados no item anterior, ligando cada um entre as pontas A e B do circuito e respondendo as seguintes perguntas: a lâmpada acende? Explique por quê.</p>	<p>III – Parte</p> <p>4) Liste os materiais que são caracterizados como condutores e àqueles caracterizados como isolantes. Essa caracterização é válida para qualquer situação? Comente.</p>

Figura 1: Atividade investigativa do tipo PIE.

A tabela 2 apresenta o caminho metodológico da intervenção utilizado nesta pesquisa e as tipologias de aprendizagens utilizadas em cada etapa. O pré-teste representa a etapa 1. As etapas 2, 3, 4 e 5 estavam inseridas na atividade investigativa. A etapa 6 foi marcada por uma aula expositivo-demonstrativa, acompanhado de um pós-teste.

Etapas	Caminho metodológico durante a intervenção	Aprendizagens		
1 ^a	Avaliação (pré-teste)	C		
2 ^a	Apresentação da Situação problemática (apresentação)	C		
3 ^a	Respostas intuitivas e levantamento de hipóteses (predizer)	C	P	A
4 ^a	Busca de Informações (interagir)	P	C	A
5 ^a	Elaboração de conclusões (explicar)	C	P	A
6 ^a	Generalizações (aula expositiva com demonstração)	C		
7 ^a	Avaliação (pós-teste)	C		

Tabela 2: Caminho metodológico para orientar a intervenção. Em cada momento um ou mais domínios do conhecimento são potencializados nas ações dos estudantes. (C- conceitual P- procedimental e A- atitudinal).

As dimensões de aprendizagens podem ser encontradas ao longo de toda intervenção (tabela 2). Segundo (COLL, 1986 apud ZABALA, 2009, p. 30-31), as questões relacionadas: i) ao “*o que se deve saber?*”, refere-se à aprendizagem de conceitos (C) – são os conhecimentos de nomes, princípios, enunciados e teoremas; ii) a dimensão da aprendizagem procedimental (P) refere-se ao “*O que se deve fazer?*” – integram as habilidades de somar, calcular, construir, associar, dentre outras; iii) a dimensão da aprendizagem atitudinal refere-se ao “*O que se deve ser?*” – aprender a “ser” de determinada maneira: tolerantes, cooperativos, respeitosos, rigorosos, etc.

Análise dos dados e discussão

O desenvolvimento de atividades investigativas em sala de aula causou estranheza nos alunos ou certa resistência uma vez que eles estavam familiarizados com o modelo de ensino tradicional (transmissivo/receptivo). Isso pôde ser evidenciado em alguns grupos – quando os estudantes não chegavam a um consenso a respeito da solução de um problema, apelavam para o professor esperando soluções prontas. A discussão dos resultados dessa atividade se dará em dois domínios: (a) quantitativo: investigará se ocorreu evolução da aprendizagem conceitual dos estudantes (antes e depois da intervenção); (b) qualitativo: a análise do processo ao longo da intervenção com o auxílio do diário de bordo.

Para analisar o desempenho dos estudantes nos instrumentos aplicados antes e depois da intervenção, utilizamos o Teste t-Student² de amostras dependentes, pois os participantes contribuíram com os dados em duas medidas sistemáticas, ou seja, antes e depois de um tratamento (design pré/pós-teste). Os resultados do teste estatístico apontam que no pré-teste a média de acerto de questões foi de 10,81 enquanto que no pós-teste essa média chegou a 14,18. A média relativamente alta no pré-teste refere-se ao fato de que a condutividade dos materiais não era uma novidade (muitos já haviam lido o material instrucional). Em relação à diferença das médias – antes da intervenção (pré-teste) e após a intervenção (pós-teste) – temos 95% de confiança de que o valor está entre 2,82 e 3,91. Além disso, encontramos que, $t(76) = -12,269$ tem um valor $p < 0.001$. Isso quer dizer que é improvável, que a diferença entre as médias tenha ocorrido por erro amostral. Desse modo, temos um indício de uma possível evolução na aprendizagem conceitual dos estudantes.

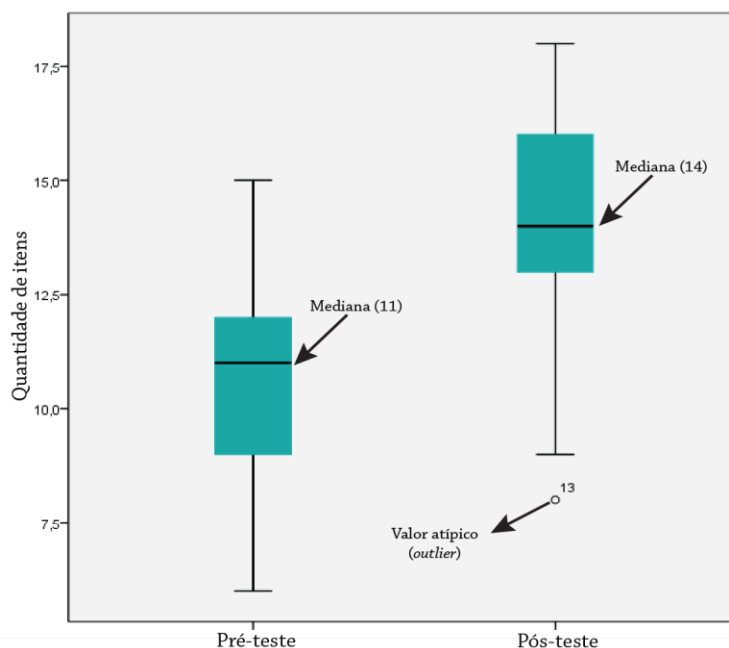


Figura 2: resultado do design (pré-teste/pós-teste).

O gráfico da figura 2 relaciona o número de acertos nos itens dicotômicos do pré e do pós-teste. Ele serve para comparar visualmente a variabilidade entre os momentos (antes e depois da intervenção). Observando as medianas do pré-teste e do pós-teste, nota-se uma evolução

² Extraído do livro: Estatística sem matemática para psicologia / Christine P. Dancey, John Reidy; tradução Lorí Viali. – Porto Alegre: Artmed, 2006.

nos acertos. Isso pode ser percebido no terceiro quartil do pós-teste onde há uma maior dispersão dos dados para cima da mediana (14), diferente do primeiro quartil do pré-teste, onde o número de acertos cai para valores inferiores à mediana (11). Outro fato importante apresentado é a presença do *outlier*, referente à estudante 3MV0513. Este resultado aponta para um caminho diferente de aprendizagem conceitual desse estudante (que apresentou uma involução).

Ao longo das aulas, coletamos informações do processo, para entendermos a história do sujeito da pesquisa de modo que possamos analisar aspectos das dimensões procedimentais e atitudinais ao mesmo tempo em que podemos construir hipóteses para explicar os resultados obtidos. Para isso, construímos um diário de bordo. Nesse diário, relatamos, por exemplo, se os grupos trabalharam em: (i) perspectiva colaborativa; (ii) se engajaram na resolução das tarefas; (iii) se houve diálogos ao longo das atividades; (iv) se buscaram um consenso do grupo na hora de resolver um problema. Na tabela 3, apresentamos parte do diário de bordo que foi construído ao longo da intervenção.

Grupos	Observações registradas no Diário de Bordo durante a intervenção
GMV0501	Os alunos desse grupo estavam engajados. O aluno 3M0512 era o mais curioso e o mais incisivo na hora de responder o problema. Esse mesmo estudante disse: <i>“tivemos surpreendentes descobertas e a que mais me intrigou foi a do grafite, que conduziu perfeitamente a corrente elétrica acendendo a lâmpada”</i> ; outro aluno, o 3M0523, era o que mais discutia se as hipóteses levantadas estavam corretas ou não. O estudante 3M0506 disse sobre a atividade: <i>“Todos participaram, questionaram, aprenderam!”</i> . O grupo se mostrou muito ativo em todo o processo. As hipóteses levantadas, evidências encontradas e as explicações dadas aos fenômenos físicos trabalhados passaram pelo consenso de todos.
GMV0502	O grupo foi formado por apenas quatro pessoas, porque um dos integrantes havia faltado à aula. O estudante 3M0515 foi o que mais se sobressaiu na atividade. Apesar da curiosidade aparente do grupo, esse foi aquele que menos se engajou no processo. As discussões não eram tão acentuadas como nos outros grupos. Um dos estudantes precisou sair da sala, e retornou quase ao fim da atividade (<i>por motivo de saúde</i>). O relato da estudante 3MV0513 no final da intervenção: <i>“O grupo teve algumas dificuldades na parte prática, mas nos esforçamos, um ajudando o outro”</i> . Apesar desses problemas, conseguiram realizar a atividade.
GMV0701	O grupo mais engajado da turma. Trabalharam de modo colaborativo, dialogando, discutindo o problema. Os conhecimentos prévios sobre o tema, quase sempre eram os mesmos – segundo a estudante 06: <i>“interagimos bastante, cada um tinha alguma coisa para falar...”</i> . Três integrantes desse grupo obtiveram notas máximas no pós-teste. O estudante 3MV0709 disparou: <i>“houve uma interação muito boa, pois já havia um conhecimento prévio sobre o tema”</i> . Terminaram satisfeitos com o resultado.

Tabela 3: Parte do diário de bordo criado pelo professor para registrar as etapas da atividade.

A estudante 3MV0513 apesar de participar de todos os momentos, não teve um resultado muito bom. Talvez a ausência de alguns dos integrantes do seu grupo GMV0502, o desinteresse pela atividade ou a pouca atenção dada ao conteúdo tenham contribuído para tal resultado. Como se trata de um teste piloto de um estudo longitudinal, tentaremos na medida do possível, redistribuir os grupos de trabalhos e dar mais atenção àqueles estudantes que apresentam dificuldades semelhantes às da estudante 3MV0513.

Considerações Finais

A pesquisa em questão, ainda em andamento, tem por objetivo tornar o estudante mais ativo

no processo ensino/aprendizagem, contrapondo-se, ao modelo tradicional de ensino (transmissivo/receptivo). A avaliação da unidade de ensino, composta de material instrucional do estudante, de objetos de aprendizagens e de cadernos com atividades investigativas, levando em consideração a aprendizagem de conceitos, será o produto da pesquisa do mestrado. Nesse artigo, apresentamos um exemplo de atividade investigativa do tipo PIE, e o modo como ela foi conduzida na sala de aula. Todo o caminho metodológico traçado – desde a aplicação do pré-teste, até a aplicação do pós-teste – tinha por objetivo principal discutir se os ambientes de aprendizagens projetados eram capazes de promover aprendizagens significativas. O resultado estatístico apontou uma evolução do aprendizado conceitual dos estudantes. Além disso, ainda que não tenhamos analisado sistematicamente os dados provenientes do diário de bordo, foi possível investigar o engajamento dos estudantes e o eventual problema ocorrido durante a intervenção – como foi constatado no resultado da estudante 3MV0513.

A expectativa em relação ao desenvolvimento dessa pesquisa em sala de aula é de despertar o interesse dos alunos pelas aulas de Física, de modo que se aumente o entusiasmo no momento da realização das atividades investigativas, e ainda, torná-los mais ativos e produtivos no processo de ensino/aprendizagem, reforçando o trabalho colaborativo, para que consigam ligar o novo conhecimento ao conhecimento prévio trazido para a sala de aula, com o objetivo de potencializar as aprendizagens significativas. Acreditamos que o resultado de nossa pesquisa fornecerá indicativos de como se desenvolvem os processos de aprendizagens e trará melhorias na qualidade do ensino da disciplina de Física.

Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana LTDA, 1980.
- 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. p.19-33.
- BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: ftp://ftp.fnde.gov.br/web/pcn/05_08_ciencias_naturais.pdf. Acessado em 06 de maio de 2013.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org.); **Ensino de Ciências, Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2009. p.1-17.
- DANCEY, C.P., & REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: Usando SPSS para windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. **Ciência & Educação**, v. 18, p. 99-122, 2012.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.