

Ensino de Eletrostática no Ensino Médio – análise de uma proposta a partir da História da Ciência

Teaching of Electrostatics in High School – analyze of a proposal from the History of Science

Sergio Luiz Bragatto Boss¹, Antonio Albérico Oliveira de Andrade², Moacir Pereira de Souza Filho³, Donizete Aparecido Buscatti Júnior⁴, João José Caluzi⁵

1. UFRB/CFP, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;
serginho@fc.unesp.br

2. UFRB/CFP, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;
albericoandrade@gmail.com

3. UNESP/FCT, Universidade Estadual Paulista; *moacir@fct.unesp.br*

4. UNESP/FCT, Universidade Estadual Paulista; *djrbuscatti@hotmail.com*

5. UNESP/FC/PGFC, Universidade Estadual Paulista; *caluzi@fc.unesp.br*

Resumo

A literatura específica da área de Ensino de Ciências aponta algumas dificuldades que estudantes, tanto da Educação Básica quanto da Superior, enfrentam no processo de aprendizagem de conceitos de eletrostática. Frente a isso, estamos desenvolvendo uma pesquisa em que discutimos a utilização de traduções de excertos de *fontes primárias* e de experimentos históricos feitos com material de baixo custo em sala de aula no Ensino Médio. O objetivo da investigação é analisar uma proposta metodológica que, a partir de pequenas traduções e experimentos históricos, visa propiciar condições para que os alunos possam adquirir ideias relevantes que sirvam de ancoradouro para a aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática. Neste artigo, apresentamos algumas discussões preliminares de alguns resultados da pesquisa, que ainda encontra-se em andamento. O referencial teórico do presente trabalho é a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Palavras-chave: Eletrostática. História da Ciência. Aprendizagem Significativa.

Abstract

The literature of Science Education points out some difficulties that students, of both the Higher and Basic Education, face in the process of learning concepts of electrostatics. This way, we are developing a survey in which we discussed the use of translations of excerpts of primary sources and historical experiments made with low-cost material in the classroom in High School. The goal of research is to examine a methodology that, from small translations and historical experiments, aimed at providing conditions for students to acquire relevant ideas that serve as anchorage for meaningful learning of the concept of electrostatics. In this article, we present some preliminary discussions of some results of research that is still in development. The theoretical framework of this paper is to meaningful learning theory of David Ausubel..

Key words: Electrostatics. History of Science. Meaningful Learning.

Introdução

A literatura específica da área de Ensino de Ciências aponta algumas dificuldades que estudantes, tanto da Educação Básica quanto da Superior, enfrentam no processo de aprendizagem de conceitos de eletrostática. Isso, em certa medida, pode ser atribuído a “ideias prévias dos estudantes derivadas de uma análise ‘superficial’ das experiências sensoriais relativas à eletrostática”, tais como o atrito de uma caneta e atração de papezinhos (FURIÓ; GUIASOLA, 1998, p. 131). A pesquisa realizada por Furió e Guisasola (1998) evidencia que estudantes de nível básico e superior, mesmo após passarem pela instrução formal, ainda apresentam ideias alternativas sobre questões de eletrostática, e especificamente com relação à natureza elétrica da matéria (FURIÓ; GUIASOLA, 1998, p. 136-7). Segundo Boss (2009, p. 59-60), alunos de Ensino Superior, antes de cursarem a disciplina de Física Geral 3 (Eletricidade e Magnetismo), apresentam ideias confusas sobre o conceito de carga elétrica. Apesar de ainda não terem cursado a referida disciplina, esses alunos passaram pelo Ensino Médio, nível em que aquele conteúdo faz parte do currículo, e mesmo assim a maioria dos alunos tem dificuldade em explicar o conceito. Estes fatos corroboram o que algumas pesquisas apontam sobre o analfabetismo científico, tal como Matthews (1995, p. 165).

Diante destas questões, em que a educação científica parece não conseguir atingir o seu objetivo com relação à alfabetização científica, destaca-se um equívoco cometido no processo de ensino de Física, que é a banalização dos conceitos científicos. Acreditamos que isso colabora de forma decisiva para o insucesso do processo de ensino-aprendizagem dos conceitos em qualquer nível de ensino. (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2009a, p. 202). Segundo Dias (2001), a Física não é trivial, mas a utilização das suas ideias, conceitos e proposições ao longo do tempo tende a torná-los triviais e simples, o que acaba por trazer a falsa sensação de que são “óbvios” e fáceis de serem compreendidos (DIAS, 2001, p. 226-7). Na medida em que a Física é tratada como algo de fácil compreensão, este corpo de conhecimentos que é bastante complicado e permeado de sutilezas passa a ser visto de forma simplista, fazendo com que tanto as dificuldades de compreensão intrínsecas a ela, quanto às dificuldades que os alunos têm para entendê-la sejam ignoradas. A Física apresenta um todo articulado e complexo de conhecimento, de tal forma que o não reconhecimento desta complexidade em toda a sua extensão pode ser a causa de parte da dificuldade para ensiná-la. Isso tudo acaba tornando os conceitos físicos ininteligíveis aos aprendizes, levando o ensino a ficar cada vez mais propedêutico e menos significativo. A compreensão das ideias, proposições e dos conceitos físicos é bastante laboriosa e não pode ser tratada como algo corriqueiro, simples ou banal. (ROBILOTTA, 1988, p. 9; DIAS, 2001, p. 226-7).

Tendo em vista o exposto anteriormente, estamos desenvolvendo uma pesquisa em que discutimos a utilização de traduções de excertos de *fontes primárias* e de experimentos históricos feitos com material de baixo custo em sala de aula no Ensino Médio. O objetivo da investigação é analisar uma proposta metodológica que, a partir de pequenos trechos traduzidos e experimentos históricos, visa propiciar condições para que os alunos possam adquirir ideias relevantes que sirvam de ancoradouro para a aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática. Neste artigo, apresentamos algumas discussões preliminares de alguns resultados da pesquisa, a qual ainda encontra-se em andamento.

Algumas pesquisas têm abordado questões sobre leitura e utilização de textos no processo de ensino-aprendizagem. Alguns autores defendem a leitura dentro da perspectiva da formação de sujeitos-leitores, buscando gerar hábitos de leitura a partir

do uso de textos alternativos ao livro didático, tais como textos de divulgação científica, *originais de cientistas*, textos literários e paradidáticos. (ZIMMERMANN; SILVA, 2007, p. 1). Outros pesquisadores apontam a importância de se utilizar fontes primárias na educação científica, tais como Zanetic (1998, p. 20), Assis (1998), Pessoa Jr. (1996), Montenegro e Almeida (2004; 2005), Bueno e Pacca (2009), Boss (2009). Assim, acreditamos que é possível utilizar excertos de traduções de originais em nível Médio, de tal forma que estes recortes aliados a metodologias apropriadas podem ser um elemento bastante rico para o processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

Tal como para a utilização de fontes primárias, há pesquisas que discutem sobre o potencial e a relevância da construção e utilização de *experimentos históricos* na educação científica. Segundo Medeiros e Monteiro Júnior (2001), podemos destacar duas tendências com relação à construção de um aparato experimental histórico: i) a primeira delas é praticada por um grupo da *Universidade de Oldenburg* e “se caracteriza pela reprodução fiel dos mínimos detalhes dos instrumentos”; ii) a segunda tendência é praticada por um grupo da *Bakken Library and Science Museum* e “os instrumentos não são reproduzidos tão meticulosamente quanto aqueles construídos em Oldenburg. Entretanto, os artefatos históricos produzidos [...] guardam, ainda assim, os princípios físicos fundamentais contidos em suas fontes inspiradoras”. Para Chang (2011, p. 317), *experimentos históricos* são “experimentos que surgem a partir do estudo da ciência do passado, e não a partir da ciência atual e na sua preparação pedagógica”. O pesquisador aponta, ainda, que da forma como faz os experimentos históricos “o principal objetivo é reproduzir os fenômenos físicos que foram criados e observados em experimentos do passado [...], a fidelidade aos detalhes do experimento original é de interesse secundário. O desafio filosófico na replicação física não é a verificação da exatidão de repetição, mas a caracterização do fenômeno a ser replicado” (CHANG, 2011, p. 320, tradução nossa). Segundo Höttecke (2000), textos de fonte primária, muitas vezes, não trazem detalhes da descrição de processos experimentais, técnicas podem não ser completamente registradas em escritos ou figuras. Desta forma, é possível que a reprodução de experimentos históricos possa auxiliar no acesso ao conhecimento tácito, bem como tornar compreensível detalhes não-compreensíveis da descrição de um experimento. (HÖTTECKE, 2000, p. 346).

A partir desses pressupostos elaboramos uma proposta metodológica que alia traduções de excertos de fontes primárias e experimentos históricos construídos com material de baixo custo, tendo em vista a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. O objetivo é partir de algumas dificuldades apontadas pela literatura no que tange à aprendizagem de conceitos de eletrostática (FURIÓ; GUIASOLA, 1998, 1999; FURIÓ; GUIASOLA; ZUBIMENDI, 1998), e das concepções prévias dos sujeitos da pesquisa para proporcionar a eles um momento em que possam adquirir alguns conhecimentos que, futuramente, poderão subsidiar a aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática (BOSS, 2009; BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI 2009a, 2009b; BOSS et al., 2011). Para tanto, utilizamos traduções de pequenos excertos de dois textos de Charles C. F. Du Fay (1698-1736) (DU FAY, 1733; BOSS; CALUZI, 2007), os quais apresentam os dois *Princípios* de Du Fay para a eletricidade. Os experimentos históricos feitos com material de baixo custo foram utilizados tanto para ilustrar os fenômenos descritos nos textos¹ quanto em atividades feitas pelos estudantes.

¹ Modalidade de experimentação conhecida como “*atividades de demonstração/observação*” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 181).

Segundo Furió, Guisasola e Zubimendi (1998), a interpretação de fenômenos eletrostáticos básicos, tais como a eletrização por atrito ou a atração de pequenos corpos leves por um corpo eletrizado, envolve o conhecimento sobre a *natureza elétrica da matéria*. Para explicar o fenômeno de eletrização de um isolante por atrito é preciso “aceitar previamente a existência de cargas positivas e negativas nos corpos atritados e a transferência de cargas de um para o outro” (FURIÓ; GUIASOLA; ZUBIMENDI, 1998, p. 166). A matéria é elétrica, ou seja, possui cargas de diferentes naturezas antes do atrito, as quais podem ser separadas nos processos de eletrização, sendo que na eletrização por atrito ocorre uma transferência de carga entre os corpos atritados (FURIÓ; GUIASOLA, 1998, p. 136, Quadro II). A compreensão da eletrização por atrito entre dois materiais tem como condição *sine qua non* o entendimento prévio daquelas ideias, mas alguns alunos mesmo depois de passarem pela educação formal não apresentam tais conhecimentos, como mostra Furió e Guisasola (1998, p. 136, Tabela I). Para Furió, Guisasola e Zubimendi (1998, p. 166), uma clara compreensão daqueles conceitos é fundamental quando se quer “iniciar os estudantes em uma visão científica dos fenômenos eletrostáticos e da eletricidade”. Os pesquisadores apontam, ainda, que a compreensão da teoria clássica do eletromagnetismo, definida pelas leis de Maxwell, tem como pré-requisito o entendimento do comportamento da matéria diante das interações elétricas (FURIÓ; GUIASOLA; ZUBIMENDI, 1998). Entendemos que o conhecimento de que (i) *a matéria é elétrica* e que (ii) *no processo de eletrização por contato esta eletricidade é transferida de um corpo para outro* pode ser construído a partir do trabalho em sala de aula com textos e experimentos históricos sobre os dois princípios de Du Fay.

Referencial Teórico – breves considerações

O referencial teórico desta pesquisa é a *Teoria da Aprendizagem Significativa* de David Ausubel. Devido aos limites de espaço do presente texto pontuaremos apenas alguns aspectos essenciais desta teoria. “A aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34)². Esta aprendizagem ocorre na medida em que uma determinada ideia relaciona-se de forma *não-arbitrária* e *não-litera*l a alguns conhecimentos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (AUSUBEL et al., 1980, p. 34; AUSUBEL, 1968, p. 38-9). Ausubel denomina de *subsunçores* os conhecimentos relevantes da estrutura cognitiva com os quais a nova informação se relaciona (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7). Sendo assim, a aprendizagem significativa só ocorre se o aprendiz tiver subsunçores disponíveis em sua estrutura cognitiva. Caso não haja subsunçores para o material de aprendizagem se apoiar, não será possível a aprendizagem significativa. Um exemplo disso é a memorização automática de definições, conceitos ou proposições.

Esta teoria ressalta a importância das *tarefas de ensino*, às quais é conferido um *potencial significativo*. Existem dois fatores que determinam o potencial significativo da tarefa de ensino: i) *a natureza do assunto*, que deve ser suficientemente não-arbitrária e não-aleatória, permitindo, assim, que se estabeleça uma relação não-arbitrária e não-litera com informações “correspondentemente relevantes localizadas no domínio da capacidade intelectual humana”; ii) *a estrutura cognitiva de cada aluno*, pois a aquisição de significados se dá em cada indivíduo, portanto, não é suficiente que o

² A referência (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) será referida neste trabalho como (AUSUBEL et al., 1980).

conteúdo ministrado seja somente relacionável à ideias relevantes que os seres humanos podem adquirir, é condição *sine qua non* que cada aprendiz tenha os subsunçores disponíveis em sua estrutura cognitiva. (AUSUBEL et al., 1980, p. 36-7).

No processo de aprendizagem significativa as relações não-arbitrárias e não-literais que ocorrem entre os subsunçores e novo conteúdo não se caracterizam por serem apenas uma mera conexão, é algo mais “*forte*”, de tal maneira que tanto a nova informação quanto aquela que o aluno já possui se modificam no processo de aprendizagem. (AUSUBEL et al., 1980, p. 48; MOREIRA; MASINI, 1982, p. 13).

Na medida em que a ausência de subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz inviabiliza a aprendizagem significativa, a Teoria de Ausubel propõe uma estratégia para auxiliar o processo de aprendizagem. Tal estratégia consiste na utilização de *materiais introdutórios* adequados, claros e estáveis denominados *organizadores prévios*. São ministrados antes do conteúdo de aprendizagem com o objetivo de propiciar a construção de subsunçores pelo aluno e aumentar a discriminação entre aquilo que ele já sabe e o conteúdo a ser aprendido. (AUSUBEL et al., 1980, p. 143; AUSUBEL, 2003, p. 66; MOREIRA; MASINI, 1982, p. 11). Os organizadores prévios devem ser apresentados em um nível de abstração mais elevado, de maior generalidade e inclusão do que o material a ser aprendido (AUSUBEL et al., 1980, p. 143; AUSUBEL, 2003, p. 66). A sua principal função é “superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada. Permitem prover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem” (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 12).

Sendo assim, entendemos que textos e experimentos históricos aliados a propostas metodológicas apropriadas podem ser utilizados para propiciar a aquisição, pelos aprendizes, de conhecimentos relevantes que subsidiem a aprendizagem significativa dos conceitos científicos. Desta forma, nossa proposta metodológica é aplicada em sala de aula antes de o conteúdo específico ser ministrado pelo professor da disciplina de Física, objetivando que os alunos adquiram tanto conhecimentos *mais gerais* quanto conhecimentos *mais diferenciados* do que o conteúdo específico a ser ministrado posteriormente. Nosso trabalho está fundamentado em algumas características dos *organizadores prévios* propostos por Ausubel, no entanto, vale destacar que *não* é um organizador prévio legítimo, pois não possui todos os seus elementos e características essenciais.

Metodologia

Esta é uma pesquisa qualitativa, que se caracteriza pela produção de conhecimentos sobre fenômenos humanos e sociais, prezando pela compreensão e interpretação de seus conteúdos e não apenas pela sua descrição (TOZONI-REIS, 2007, p. 10). Nesta abordagem de pesquisa, os objetos de estudo não são reduzidos a variáveis únicas e analisados singularmente (FLICK, 2004, p. 21). O ambiente natural é a fonte dos dados, e o pesquisador insere-se em escolas, bairros, etc., com o objetivo de elucidar questões referentes àquele contexto. Os dados são coletados e complementados no contato direto com os sujeitos, sendo os locais onde a pesquisa é realizada e seus contextos fatores importantes para a compreensão do objeto de estudo. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47-8). Para este trabalho, utilizamos a técnica de pesquisa definida por Lakatos e Marconi (2009, p. 203) como *observação direta extensiva*, sendo que os instrumentos de coleta de dados foram o *caderno de anotações* feito pelos sujeitos da

pesquisa e o *questionário*. O tratamento e a análise dos dados foram feitos com base na *Análise de Conteúdo* (BARDIN, 1977).

Os sujeitos da pesquisa são 29 alunos do 2º Ano do Ensino Médio de uma Escola da Rede Pública Estadual do interior do Estado da Bahia. A escolha do 2º Ano foi devido a optarmos por uma turma que ainda não tivesse tido contato com o conteúdo de eletricidade na educação formal, tendo em vista os objetivos desta pesquisa. A escolha da turma foi aleatória, pois foi escolhida aquela em que conseguimos que os professores nos cedessem uma manhã toda para as atividades da segunda e terceira etapa da coleta de dados. A negociação com os docentes foi feita separadamente, ao final cruzamos as possibilidades apresentadas pelos professores da escola e conseguimos uma turma do 2º Ano em que todos os horários de uma mesma manhã nos foram cedidos.

Cabe comentar, inicialmente, sobre a pesquisa e suas etapas para, em seguida, pontuarmos àquelas já realizadas e que são objeto deste artigo. Tendo em vista o objetivo desta pesquisa, organizamos o trabalho de campo em quatro etapas: i) avaliação diagnóstica (ou mapeamento dos conhecimentos prévios dos alunos); ii) contextualização histórica e discussão do *Primeiro Princípio* de Du Fay para a eletricidade a partir da tradução de um excerto de fonte primária; iii) proposição de hipóteses e modelos, pelos alunos, a partir de experimentos históricos feitos com material de baixo custo; e iv) discussão sobre o *Segundo Princípio* de Du Fay, a partir da tradução de um segundo excerto de fonte primária e de um experimento histórico com material de baixo custo, e síntese final. Até o momento realizamos as três primeiras etapas, sendo que a quarta delas está sendo estruturada a partir da análise das anteriores.

Para a primeira etapa utilizamos o *questionário* como instrumento de coleta de dados. Para a terceira etapa utilizamos um *caderno de notas* feito pelos alunos durante a realização dos experimentos. Para a avaliação diagnóstica utilizamos dois questionários. O primeiro apresentava três questões genéricas com situações para explicar, mas sem mencionar qualquer termo referente à carga elétrica ou eletricidade. O segundo questionário trazia nove questões mais específicas, mencionando termos como eletricidade, eletrização, carga elétrica e congêneres. A maioria das questões foi adaptada de questionários já aplicados e publicados (FURIÓ; GUIASOLA, 1998; 1999; FURIÓ; GUIASOLA; ZUBIMENDI, 1998)³. Ambos os questionários foram enviados, por e-mail, para dez professores licenciados em Física para avaliação e validação de conteúdo (MOREIRA; SILVEIRA, 1993, p. 73; VIANNA, 1978, p. 172). Destes, seis professores retornaram críticas e sugestões, sendo que três deles lecionam no Ensino Médio, dois lecionam no Ensino Médio e Superior (área de Física), e um leciona no Ensino Superior (área de Instrumentação e Estágio Supervisionado para Licenciatura em Física). Durante a aplicação dos questionários realizamos alguns experimentos de forma demonstrativa para ilustrar os fenômenos descritos nas questões, tal como aludem Furió e Guisasola (1998, p. 136).

A segunda e terceira etapas, realizadas após o estudo da literatura e análise da avaliação diagnóstica, foram desenvolvidas na mesma manhã. A segunda etapa consistiu em uma discussão inicial com os alunos, de forma expositiva dialogada, com auxílio de computador, projetor multimídia e demonstração de experimentos, pontuando alguns elementos sobre a História da Eletrostática e sobre o primeiro princípio de Du Fay. Esta durou cerca de 60 minutos e tinha como objetivo contextualizar a temática

³ Optamos por fazer adaptações nas questões publicadas porque os sujeitos daquelas pesquisas já haviam passado pelo ensino formal de conteúdos de eletricidade, mas os nossos sujeitos não tinham.

que seria trabalhada em sala de aula, iniciar a problematização de algumas concepções prévias que detectamos na avaliação diagnóstica e discutir o primeiro princípio a partir da tradução de um excerto da Quarta Memória de Du Fay (1733). Foi pedido aos alunos que anotassem, em uma folha de papel entregue pelos pesquisadores, algumas informações discutidas neste primeiro momento, as quais foram indicadas por nós durante a aula. Esta seria uma maneira de os alunos terem um material para consulta quando da realização das outras etapas da pesquisa, além de uma folha impressa com a tradução do excerto sobre o primeiro princípio. Encerrada esta fase, iniciamos a terceira etapa, que durou cerca de três horas. Entregamos aos alunos um *roteiro aberto* que continha algumas orientações e situações problemas para eles resolverem, a partir da realização de experimentos históricos feitos com material de baixo custo. O roteiro tinha espaços para anotações dos fenômenos observados e algumas perguntas para os alunos responderem. Optamos por colocar tudo em um instrumento só (*i.e.*, anotações e perguntas) porque supomos que seria mais fácil para os alunos trabalharem.

A atividade com experimentos foi realizada com um pêndulo elétrico (ASSIS, 2010, p. 75-80; GASPARELLO, 2005, p. 225). Inicialmente, pensamos em fazer o experimento que representaria exatamente aquele que Du Fay realizou na proposição dos dois princípios, o qual consiste em um objeto leve (*e.g.*, uma semente de dente-de-leão, pedacinho de algodão, etc.) fluando sobre um canudo de refresco eletrizado⁴. No entanto, optamos por não utilizá-lo porque é muito sensível a movimentos do ar, o que dificulta a sua realização pelos alunos se estiver ventando, além do fato de os alunos não estarem acostumados a fazer atividades experimentais. Vale destacar que a sala de aula não garantia condições de realização do experimento caso estivesse ventando. Então, o realizamos de forma demonstrativa na primeira e segunda etapa, para que os alunos tomassem conhecimento do mesmo. Com o experimento do pêndulo elétrico conseguimos os fenômenos necessários para ilustrar o que estava descrito nos textos traduzidos e, assim, realizar as atividades, como discute Chang (2011, p. 320). Em linhas gerais, a atividade previa que os alunos atritassem um canudo de refresco com papel e o aproximasse do pêndulo elétrico, o mesmo seria atraído e após o contato repellido.⁵ Então, após descarregar o pêndulo deveriam fazer o mesmo com um canudo eletrizado por meio de atrito com uma borracha dura (*e.g.*, mangueirinha de chuveiro), o que evidenciaria o mesmo fenômeno. Isto tudo está de acordo com o *primeiro princípio* de Du Fay⁶. No terceiro passo, os alunos deveriam atritar um canudinho com papel e outro com borracha, aproximar um deles do pêndulo e, após a eletrização do mesmo (*i.e.*, atração-contato-repulsão), aproximar o outro canudinho. Isso evidenciaria um fenômeno não previsto pelo *primeiro princípio*, que é a atração entre corpos eletrizados. Com isso, os alunos deveriam propor um modelo para explicar aquele novo fenômeno. A seguir, apresentaremos e discutiremos alguns resultados referentes a uma das questões da avaliação diagnóstica e aqueles referentes à proposição de modelos.

⁴ O referido experimento está bem detalhado em Assis (2010, p. 106-10).

⁵ Nesta fase optamos por não discutir questões como *campo elétrico*, com o intuito de trabalhar os conceitos paulatinamente e de forma não anacrônica. Por isso, utilizamos o mecanismo “*atração-contato-repulsão*” (ACR), comportamento regular evidenciado por Du Fay (ASSIS, 2010, p. 87), para nos referir ao fenômeno de o pêndulo ser atraído pelo canudo eletrizado e, após o contato, ser repellido.

⁶ Em linhas gerais, o primeiro *princípio afirma* que corpos eletrizados se repelem, e um corpo eletrizado atrai um corpo não-eletrizado; o *segundo princípio* propõe a existência de duas eletricidades distintas (*vítrea* e *resinosa*), sendo que, corpos de mesma eletricidade se repelem e com eletricidades diferentes se atraem, e um corpo eletrizado atrai um corpo não-eletrizado (BOSS; CALUZI, 2007).

Dados e Resultados

Primeiramente, vamos apresentar os dados de uma questão feita aos alunos na avaliação diagnóstica, cujo objetivo era avaliar as ideias que eles tinham a respeito de a matéria ser elétrica. A questão feita aos alunos foi:

Questão 1 - Na sua opinião, por que um canudinho de plástico quando é esfregado com papel passa a atrair pequenos objetos, tal como pedacinhos de papel? Procure explicar sua resposta com detalhes e se necessário cite exemplos.

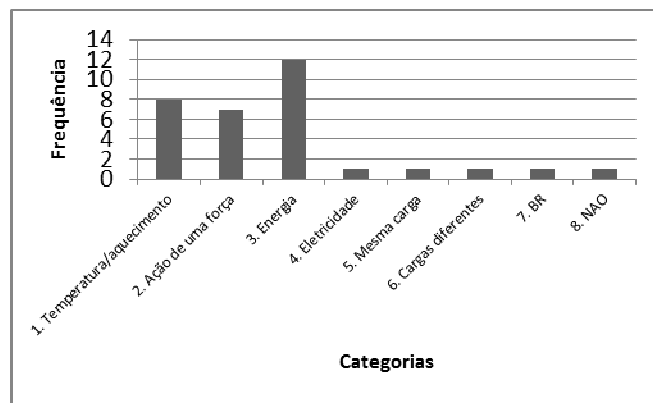


Figura 1 – Representação gráfica da distribuição de frequência das categorias referentes à *Questão 1*.

O gráfico de frequência apresenta seis categorias extraídas das respostas dos alunos. Apenas dois deles mencionaram o termo “carga”, categorias 5 e 6. Oito alunos afirmaram que o atrito aumenta a temperatura do canudo e isto é o responsável pela atração, categoria 1. Sete alunos afirmaram que atrito gera uma força de atração no canudo que passa a atrair, categoria 2⁷. Doze alunos afirmaram que o atrito *aumenta, dá* ou *gera* energia no canudo e esta é a responsável pela atração, categoria 3⁸. A categoria “BR” representa *respostas em branco*, a categoria “NAO” significa “*não atingiu o objetivo*”, ou seja, respostas demasiadamente genéricas que não permitem categorização. Os dados evidenciam que a maioria dos alunos não considera a possibilidade de a matéria ser elétrica para explicar o fenômeno em questão. Devido às limitações de espaço do presente trabalho, não vamos colocar os dados de outras duas questões que, de outra maneira, objetivavam avaliar a mesma ideia.

Diante deste resultado o nosso desafio não é apenas gerar condições para que os alunos possam apreender a ideia de que a matéria é elétrica, mas problematizar as concepções que versam sobre o aquecimento e a energia. Sendo assim, a discussão feita na segunda etapa procurou, a partir de uma revisão histórica, questionar e problematizar tais concepções. A dificuldade maior ficou por conta da concepção que versa sobre a energia, pois os alunos apresentam diferentes visões sobre tal conceito, que acaba camuflando um espectro mais amplo de concepções. No caso da temperatura e aquecimento, procuramos discutir e problematizar com os alunos alguns modelos explicativos propostos por predecessores de Du Fay, que abordavam a explicação para o fenômeno de maneira semelhante. Com esta estratégia procuramos trabalhar, também, os conceitos de hipótese e modelo, os quais seriam utilizados na atividade seguinte. Cabe destacar que não pretendíamos promover uma mudança conceitual ou fazer com

⁷ Quatro alunos apenas disseram que o atrito gera uma força de atração, outros três mencionaram a causa desta força: i) o aquecimento; ii) a gravidade; iii) a energia.

⁸ Optamos por citar neste comentário os três verbos (*i.e.*, *aumentar*, *dar* e *gerar*) que encontramos nas respostas que mencionavam a *energia* como responsável pela atração dos papeizinhos pelo canudo.

que os alunos passassem a refutar completamente as suas concepções prévias, o objetivo era fazer os alunos entenderem que aquela explicação deles é um modelo para um fenômeno, e mostrar para eles que podem existir outros. A partir disso, as problematizações sobre as concepções deles objetivavam fazê-los começar a pensar que os seus modelos podem não explicar por completo o fenômeno e/ou podem apresentar algum problema. Entendemos que a aprendizagem é um processo e não é instantânea, portanto, o nosso trabalho pode ser classificado como um primeiro passo em direção à aprendizagem dos conceitos científicos relacionados à eletrostática.

Após a discussão inicial, os alunos participaram da terceira etapa, que consiste na realização de alguns experimentos históricos e na proposição de modelos para explicar um fenômeno que o primeiro princípio de Du Fay não explicava. Para esta atividade a turma foi dividida em grupos de três ou quatro alunos, cada grupo recebeu um pêndulo elétrico, vários canudinhos de refresco, folhas de papel sulfite, um pedaço de borracha dura, as anotações que fizeram durante a discussão inicial e uma folha impressa com uma tradução de um excerto da Quarta Memória de Du Fay (1733) sobre o primeiro princípio. Este excerto já havia sido lido e discutido previamente. Cada aluno recebeu um roteiro para a realização dos experimentos. Apesar de o trabalho ser em grupo, pedimos para que todos eles preenchessem um roteiro. Este era dividido em três partes, a terceira delas instruía os grupos a: i) realizar o experimento utilizando um canudinho de refresco atritado com papel para eletrizar o pêndulo elétrico e, em seguida, verificar a interação desse pêndulo eletrizado com um canudinho atritado com borracha dura (Q1); ii) dizer se o fenômeno observado estava de acordo com o primeiro princípio e explicar a resposta dada (Q2); iii) diante do fenômeno observado, e tendo em vista o primeiro princípio, deveriam propor um modelo explicativo (Q3).⁹ Vale destacar que dois dos pesquisadores estavam em sala de aula aplicando a atividade, e ficaram o tempo todo auxiliando os alunos tanto na realização dos experimentos quanto nas discussões internas aos grupos sobre os fenômenos e os modelos propostos por eles.

As “respostas” dos alunos foram analisadas e categorizadas como Satisfatória (S), Parcialmente Satisfatória (PS), ou Insatisfatória (I). Dos 29 sujeitos da pesquisa, 16 tiveram a Q1 e a Q2 classificadas como S-S; 2 alunos foram classificados como S-PS, respectivamente; e 2 alunos como PS-S, respectivamente. Estes 20 alunos fizeram os experimentos corretamente e perceberam que havia um fenômeno não explicado pelo primeiro princípio, portanto, “estariam habilitados” a fazer a Q3 de forma a propor um novo modelo. Destes, 6 alunos deixaram a Q3 em branco, sendo quatro alunos do grupo G6, um do G1 e um do G7. Dois alunos não conseguiram propor um modelo, fizeram apenas comentários sobre o fenômeno observado, sendo um do G7 e um do G1. Um dos alunos (A19) teve a Q1 e Q2 classificadas como I-I, mas na Q3 ele fez as descrições e explicações referentes àquelas questões de forma satisfatória e propôs um modelo, fato que não foi verificado pelos outros integrantes do seu grupo (G2). Desta forma, temos um total de 13 alunos que propuseram um modelo explicativo de forma satisfatória para o fenômeno observado no experimento.

Dos 13 alunos que propuseram um modelo, 11 deles (3 do G5; 4 do G4; 3 do G3; 1 do G2) propuseram modelos que têm como base a ideia de que os corpos

⁹ A primeira parte instruía os alunos a realizar o experimento com canudinho de refresco atritado com papel, observar os fenômenos e discuti-los com base no primeiro princípio. A segunda parte tinha o mesmo objetivo, mas o canudinho era atritado com borracha dura. Nossos objetivos com estas atividades era que os alunos pudessem entender como proceder frente ao experimento e pudessem compreender melhor o primeiro princípio, uma vez que na terceira parte esperávamos que eles observassem um determinado fenômeno e percebessem que ele não poderia ser explicado por tal princípio.

eletrizados se atraem porque um deles tem uma quantidade menor de eletricidade do que o outro. Destes, os 4 alunos do G4 atribuíram a diferença na quantidade de eletricidade ao fato de os canudinhos terem sido atritados com materiais diferentes. Dois alunos do G7 (Al 27; Al 28) propuseram um modelo em que a ideia base é que ao atritar os canudos com materiais diferentes (papel e borracha) eles adquirem eletricidades distintas, e isto seria o fator responsável pela atração entre corpos eletrizados.

Considerações Finais

A partir de uma análise preliminar dos dados e das condições de sala de aula em que o trabalho foi realizado traçamos algumas considerações. No que tange à realização dos experimentos pelos alunos, constatamos que eles não têm o costume de fazer tais atividades, portanto, desconhecem alguns elementos procedimentais e atitudinais que o aluno precisa saber para que possa realizar de forma satisfatória uma atividade como esta. Isto dificultou um pouco o trabalho experimental por parte dos alunos, e pode estar aí uma explicação para o fato de alguns deles não terem conseguido perceber que o experimento da terceira parte apresentava um fenômeno que não poderia ser explicado pelo primeiro princípio. As duas primeiras partes da atividade experimental também tinham como objetivo proporcionar aos alunos um momento que permitisse a aquisição de alguns desses elementos para o trabalho experimental, mas realmente é muito pouco. Por outro lado, o fato de oito alunos não ter proposto um modelo, mesmo tendo percebido que o primeiro princípio não explicava o fenômeno identificado na terceira etapa, pode apontar para certa dificuldade de entendimento do conceito de modelo.

Com relação aos modelos propostos pelos alunos, é possível associar aquele que se fundamenta na ideia de a atração ocorrer devido a quantidades diferentes de eletricidade ao modelo do *fluido único* proposto por Benjamim Franklin (FRANKLIN, 1935). Já o modelo que os alunos do G7 propuseram, com base na ideia de duas eletricidades, pode ser associado ao modelo de Du Fay, proposto em seu segundo princípio. Estes modelos não foram discutidos previamente com os alunos. A partir das respostas é possível inferir que as ideias de que (i) *a matéria é elétrica* e que (ii) *no processo de eletrização por contato esta eletricidade é transferida de um corpo para outro* começam ser adquiridas por estes sujeitos da pesquisa, pois as explicações versam sobre eletricidade sendo transmitida de um corpo para outro, e não sendo criada no momento do atrito como foi detectado por Furió e Guisasola (1998, p. 136) e Furió, Guisasola e Zubimendi (1998, p. 177) em alguns alunos. Vale destacar que esta ideia também foi alvo de problematização durante a discussão histórica inicial.

Como este trabalho encontra-se em desenvolvimento, entendemos que os modelos semelhantes ao proposto por Franklin podem ser uma ferramenta bastante rica para os próximos passos da pesquisa. Segundo Furió e Guisasola (1998, p. 138-9), existem dificuldades de interpretação do conceito de polarização elétrica como sintoma da persistência, nos estudantes, do modelo hidrostático de carga, sendo um deles o proposto por Franklin. A partir da atividade que realizamos e dos modelos propostos pelos alunos é possível estruturar uma problematização, fazendo com que o aluno perceba, ou comece a perceber, alguns “*poréns*” que este modelo tem para explicar os fenômenos eletrostáticos. A partir disso e dos experimentos é possível iniciar a discussão sobre o segundo princípio de Du Fay. Este não irá resolver todos os “*poréns*”, mas iniciará os alunos no entendimento de um modelo que propõe duas eletricidades de naturezas diferentes, e que posteriormente pode subsidiar a aprendizagem do modelo atual que propõe duas cargas elétricas de naturezas distintas. Ou seja, permite ao aluno a

construção de uma “moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem” (MOREIRA, 1999, p. 155; MOREIRA; MASINI, 1982, p. 12).

Podemos dizer que a discussão do modelo de Du Fay das duas eletricidades já promove a diferenciação da ideia de que a matéria é elétrica, a qual nossos alunos começam a construir, em termos de duas eletricidades. Neste sentido, Boss (2009, p. 94) discute alguns conhecimentos que, se adquiridos a partir do segundo princípio de Du Fay, podem servir de subsunçores para a aprendizagem significativa do conceito de carga elétrica. Ou seja, é um passo a passo em que o aluno tem a oportunidade de construir ideias sobre eletrostática de forma paulatina antes de o conteúdo específico ser ministrado, de tal forma que no momento em que o conteúdo for ministrado pelo professor os alunos já possuam subsunçores que podem subsidiar a aprendizagem significativa dos conceitos. Esta estratégia também permite que o aluno reflita, constantemente, sobre suas próprias concepções prévias e sobre a “validade” delas para explicar os fenômenos propostos. Desta forma, buscam-se considerar as dificuldades e sutilezas que a Física tem e que são intrínsecas ao seu corpo de conhecimentos, bem como não ignorar as dificuldades que os alunos têm na aprendizagem dos conceitos físicos, tal como apontam Dias (2001, p. 226-7) e Robilotta (1988, p. 9).

Um fato interessante nos modelos propostos pelos alunos é que as concepções prévias de atração/repulsão relacionadas ao calor e ao conceito de energia não aparecem nesta fase. Isso pode ser um indício de que a discussão histórica inicial e a problematização das concepções prévias dos alunos a partir de modelos predecessores aos de Du Fay foram profícuas em questionar a validade de tais concepções. Não queremos e nem é possível afirmar a partir dos nossos dados que houve um pleno entendimento com relação a isso por parte dos alunos, ou que eles as descartaram, mas sim que a discussão inicial em certa medida pode ter auxiliado os alunos a começarem entender que tais concepções podem não explicar plenamente os fenômenos.

Outro fato que julgamos importante é com relação à nomenclatura utilizada pelos alunos. Durante a discussão inicial e o suporte que demos a eles na realização dos experimentos, procuramos enfatizar que eles deveriam operar, naquele momento, com as palavras do texto de Du Fay (1733), evitando termos modernos. Orientamos que o termo a ser utilizado seria eletricidade, e os dados mostram que a maioria dos alunos utilizou tal expressão. Mesmo sem uma definição específica para este termo naquele momento, pois optamos por não defini-la como fluido elétrico, aceção dada à época de Du Fay por parte dos pesquisadores, julgamos isto importante porque, posteriormente, poderemos partir deste termo e defini-lo de acordo com o modelo atual. Entendemos que este é um primeiro passo em direção ao conceito de carga elétrica que será proposto posteriormente aos alunos. Se olharmos para nosso referencial, podemos dizer que é um termo mais geral que pode, posteriormente, ser diferenciado em termos dos elementos mais específicos que o definem (AUSUBEL et al., 1980, p. 159).

Desta forma, mostramos neste texto algumas concepções prévias que nossos alunos apresentaram sobre eletrostática e os modelos propostos por eles a partir do estudo de uma tradução de um excerto de fonte primária e experimentos históricos com material de baixo custo. Os resultados evidenciam que até o momento a proposta metodológica tem trazido contribuições para a construção conceitual de ideias relativas à eletrostática. O trabalho ainda está em desenvolvimento e as próximas etapas serão subsidiadas pelos dados e discussões apresentados aqui.

Referências

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- ASSIS, A. K. T. Newton e suas grandes obras: o Principia e o Óptica. In: ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C. (Orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas/SP: Mercado de Letras/Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 33-45.
- ASSIS, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. Montreal: Apeiron, 2010. ISBN: 9780986492617. Disponível em: <www.ifi.unicamp.br/~assis>.
- AUSUBEL, D. P. *Educational Psychology: a cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, INC., 1968.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Paralelo, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Tradução de Luiz Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução de Maria João Alvarez; Sara Bahia dos Santos; Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOSS, S. L. B. *Ensino de eletrostática: a história da ciência contribuindo para a aquisição de subsunçores*. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru/SP, 2009.
- BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 635-644, 2007.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Textos históricos de fonte primária - contribuições para a aquisição de subsunçores pelos estudantes para a formação do conceito de carga elétrica. In: CALDEIRA, A. M. A. (Org.). *Ensino de ciências e matemática II: temas sobre a formação de conceitos*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009a. Disponível em: <www.culturaacademica.com.br/titulo_view.asp?ID=29>. Acesso em: 11 jul. 2010.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Fontes primárias e aprendizagem significativa: aquisição de subsunçores para a aprendizagem do conceito de carga elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., 2009b, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009b. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/viienepec/>. Acesso em: 11 jul. 2010.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA-FILHO, M. P.; BUSCATTI JUNIOR, D. A.; CALUZI, J. J.; GUÇÃO, M. F. B. Uma proposta para trabalhar o tema modelo em sala de aula a partir da História da Ciência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XIX., 2011, Manaus/AM. **Anais eletrônicos...** Manaus/AM: Sociedade Brasileira de Física, 2011. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0686-1.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2011.
- BUENO, M. C. F.; PACCA, J. L. A. Os textos originais para ensinar conceitos de mecânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVI., 2009, Vitória/ES. **Anais eletrônicos...** Vitória/ES: Sociedade Brasileira de Física, 2009. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0509-1.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2011.
- CHANG, H. How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: the cases of boiling water and electrochemistry. *Science & Education*, v. 20, n. 3-4, p. 317-41, 2011.
- DU FAY, C. F. C. Quatrième mémoire sur l'électricité: de l'attraction & répulsion dès corps électriques. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, p. 457-476, 1733.
- DIAS, P. M. C. A (im) pertinência da História ao aprendizado da Física (um estudo de caso). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 226-235, 2001.

- FLICK, U. *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. Tradução de Sandra Netz. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- FRANKLIN, B. The one fluid theory of electricity. In: MAGIE, W. F. *A source book in Physics*. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1935. p. 400-402.
- FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 1, p. 131-146, 1998.
- FURIÓ, C.; GUIASOLA, J.; ZUBIMENDI, J. L. Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos considerados elementales. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 3, n. 3, p. 165-188, 1998.
- FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p.441-452, 1999.
- GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Ática, 2005.
- HÖTTECKE, D. How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. *Science & Education*, v. 9, p. 343–362, 2000.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. – 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.
- MEDEIROS, A. J. G.; MONTEIRO JÚNIOR, F. N. A reconstrução de experimentos históricos como uma ferramenta heurística no ensino da Física. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, III., 2001, Atibaia-SP. **Anais...** Atibaia-SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001.
- MONTENEGRO, A. G. P. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. A leitura de textos originais de Faraday por alunos do Ensino Fundamental. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX., 2004, Jaboticatubas/MG. **Anais eletrônicos...** Rio de Jaboticatubas/MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0152-1.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2011.
- MONTENEGRO, A. G. P. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. A leitura de textos originais de Faraday por alunos da terceira série do Ensino Médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVI., 2005, Rio de Janeiro/RJ. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro/RJ: Sociedade Brasileira de Física, 2005. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0547-1.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2011.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- MOREIRA, M. A.; SILVIERA, F. L. *Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem: a entrevista clínica e a validação de testes de papel e lápis*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1993.
- PESSOA Jr., O. Quando a abordagem histórica deve ser utilizada no ensino de física? *Ciência e Ensino*, v. 1, p. 4-6, 1996.
- ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto - da relevância da História da Ciência no Ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 5, 1988. Número Especial.
- TOZONI-REIS, M. F. C. *Metodologia de pesquisa científica*. Curitiba: IESDE Brasil, 2007.
- VIANNA, H. M. *Testes em educação*. 3. ed. São Paulo: IBRASA, 1978.
- ZANETIC, J. Literatura e cultura científica. In: ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C. (Orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas/SP: Mercado de Letras/Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 11-31.
- ZIMMERMANN, N.; SILVA, H. C. Os diferentes modos de leitura no ensino de ciências. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 16., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas, 2007.