



HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO BÁSICO DE FÍSICA: QUAIS TÓPICOS FAZEM PARTE DESSA HISTÓRIA?

HISTORY OF SCIENCE IN BASIC PHYSICS EDUCATION: WHAT TOPICS ARE PART OF THIS HISTORY?

HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA BÁSICA DE FÍSICA: ¿CUÁLES TÓPICOS HACEN PARTE DE ESA HISTORIA?

André Coelho da Silva¹
Ana Amélia Cyrineu²

Resumo: Tomando como tema a utilização da história e da filosofia da ciência enquanto estratégia para o ensino de física no nível médio, objetivamos levantar quais tópicos de física já foram alvo de propostas e investigações nesse sentido. Para isso, realizamos buscas por artigos nos dois periódicos brasileiros mais tradicionais da área de ensino de física, a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Foram encontrados trabalhos que abordavam os seguintes tópicos: campos elétricos e magnéticos, gravitação, relatividade, astronomia, energia, início do eletromagnetismo, relações entre força e movimento, unidades de medida, pressão atmosférica e vácuo. Nesse contexto, apontamos a pertinência em ampliar o rol de tópicos que são alvo de estudos desse tipo.

Palavras-chave: História da Ciência. Ensino Médio. Revisão. Ensino de Física.

Abstract: Taking as theme the use of the history and philosophy of science as a strategy for the physics teaching in high school, we aim to investigate which topics of physics have already been the object of proposals and investigations in this sense. For this, we search for papers in the two most traditional Brazilian journals in the physics education area, the “Revista Brasileira de Ensino de Física” e the “Caderno Brasileiro de Ensino de Física”. We found papers that addressed the following topics: electric and magnetic fields, gravitation, relativity, astronomy, energy, electromagnetism, relations between force and motion, units of measurement, atmospheric pressure and vacuum. In this context, we point out the pertinence in expanding the list of topics that are the subject of studies of this type.

Keywords: History of Science. High School. Review. Physics Education.

Resumen: Tomando como tema la utilización de la historia y de la filosofía de la ciencia como estrategia para la enseñanza de física en el nivel medio, objetivamos levantar qué tópicos de física ya fueron objeto de propuestas e investigaciones en ese sentido. Para ello, realizamos búsquedas por artículos en los dos periódicos brasileños más tradicionales del área de enseñanza de física, la Revista Brasileña de Enseñanza de Física y el Cuaderno Brasileño de Enseñanza de Física. Se encontraron trabajos que abordaban los siguientes temas: campos eléctricos y magnéticos, gravitación, relatividad, astronomía, energía, inicio del electromagnetismo, relaciones entre fuerza y movimiento, unidades de medida, presión atmosférica y vacío. En ese contexto, apunta la pertinencia en ampliar el rol de tópicos que son objeto de estudios de ese tipo.

Palabras-clave: Historia de la Ciencia. Enseñanza Secundaria. Revisión. Enseñanza de Física.

Envio 09/02/2018

Revisão 09/03/2018

Aceite 09/04/2018

¹ Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Professor do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Itapetininga. Contato: andrecoelho@ifsp.edu.br

² Licencianda em Física no IFSP, campus Itapetininga. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (PIBIFSP). Contato: anacyrineu2@gmail.com



Introdução e Justificativa

Entre as principais estratégias de ensino que vêm sendo alvo de pesquisas na área de ensino de física/ciências podemos mencionar: a experimentação; a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); a abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC); e a leitura de diferentes gêneros textuais, como textos de divulgação científica.

Em um dos últimos encontros da área de pesquisa em ensino de física - o XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), ocorrido em Maresias, São Sebastião (SP), 2014 -, foram definidas dez linhas de pesquisa associadas à área: 1. Ensino/ Aprendizagem/ Avaliação em Física; 2. Formação e prática profissional do professor de Física; 3. Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física; 4. Física e Comunicação em práticas educativas formais, informais e não-formais; 5. Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física; 6. Didática, Currículo e inovação educacional no ensino de Física; 7. Linguagem e Cognição no ensino de Física; 8. Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e o ensino de Física; 9. Políticas Públicas em Educação e o ensino de Física; e 10. Questões teórico-metodológicas e novas demandas na pesquisa em ensino de Física.

Analisando o título atribuído à cada uma dessas dez linhas, é possível identificar relações entre algumas delas e estratégias de ensino que vêm sendo investigadas por pesquisadores da área. A linha oito, “Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e o ensino de Física” remete à chamada abordagem CTS. A linha sete, “Linguagem e Cognição no ensino de Física” remete à estratégia de ensino focada na leitura. E a linha três, “Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o ensino de Física” remete à chamada abordagem HFC.

De maneira similar, foram definidas as seguintes quinze linhas temáticas para o XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), realizado em Florianópolis (SC) em julho de 2017: 1. Ensino e aprendizagem de conceitos e processos científicos; 2. Formação de professores de Ciências; 3. História, Filosofia e Sociologia da Ciência e Educação em Ciências; 4. Educação em espaços não-formais e divulgação científica; 5. Tecnologias da informação e comunicação em Educação em Ciências; 6. Educação Ambiental e Educação em Ciências; 7. Educação em Saúde e Educação em Ciências; 8. Linguagens, discurso e Educação em Ciências; 9. Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS/CTSA e Educação em Ciências; 10. Currículos e Educação em Ciências; 11. Avaliação e Educação em Ciências; 12. Diversidade, multiculturalismo, interculturalidade e



Educação em Ciências; 13. Processos e materiais educativos em Educação em Ciências; 14. Políticas educacionais e Educação em Ciências; e 15. Questões teóricas e metodológicas da pesquisa em Educação em Ciências.

Novamente é possível identificar relações entre algumas delas e estratégias de ensino que vêm sendo investigadas por pesquisadores da área. A linha nove, “Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS/CTSA e Educação em Ciências” remete à abordagem CTS. A linha oito, “Linguagens, discurso e Educação em Ciências” remete à estratégia de ensino focada na leitura. E a linha três, “História, Filosofia e Sociologia da Ciência e Educação em Ciências” remete à abordagem HFC.

Tais apontamentos evidenciam a relevância que vem sendo atribuída pelos pesquisadores da área de ensino de física/ciências, entre outras abordagens ou estratégias de ensino, à abordagem HFC. Nesse sentido, defendendo a pertinência de que a utilização dessa abordagem não se restrinja à formação de professores de física, objetivamos levantar que tópicos associados à essa disciplina já foram alvo de propostas e investigações destinadas ou focadas no ensino médio.

Para atingirmos o objetivo proposto, estruturamos este artigo da seguinte maneira: na seção seguinte, discutimos limites e potencialidades do uso da abordagem HFC no ensino de física. Em seguida, detalhamos de que forma o levantamento alvo deste trabalho foi realizado e apresentamos quais foram os tópicos de física abordados por cada um dos trabalhos selecionados. Por fim, tecemos algumas considerações e apontamos perspectivas de continuidade para este estudo.

Sobre a Abordagem História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física

Existem tarefas urgentes que precisam ser enfrentadas para que o ensino da Física possa ser melhorado. Entre elas, e ao nosso alcance, está a necessidade de se recuperar a noção de que a Física é um processo onde o confronto de ideias está sempre presente. É nesse sentido que o estudo da história da Física e da sua epistemologia são mais do que presentes; no estudo combinado dessas duas disciplinas repousa a possibilidade de se compreender o processo de construção do conhecimento. (Robilotta, 1988, p. 17).



Passados mais de 20 anos dos apontamentos feitos por Robilotta (1988), podemos notar que a história da ciência vem lentamente conquistando espaço em materiais didáticos destinados a todos os níveis de ensino – ainda que às vezes de maneira superficial (Quintal; Guerra, 2009).

De fato, as justificativas para a abordagem de elementos históricos da física no ensino dessa disciplina vêm se avolumando. Entre elas, destacamos as de que a adoção de uma abordagem histórica poderia contribuir para: a compreensão dos processos da ciência e sua natureza; a aprendizagem significativa dos conceitos e das equações; a problematização das concepções alternativas dos estudantes; a incrementação da cultura geral; a desmitificação do método científico; o desencadeamento do interesse pelo estudo da física; o entendimento das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; a humanização das ciências, aproximando-as dos interesses da comunidade; o aumento da reflexão crítica durante as aulas; o entendimento da epistemologia da ciência; e a compreensão das controvérsias, dos equívocos e dos dilemas inerentes ao desenvolvimento científico (Pessoa Junior, 1996; Peduzzi, 2001; Bassalo, 1992; Matthews, 1995; Silva, 2010; Robilotta, 1988).

Conforme Silva (2010), a utilização da história e filosofia da ciência (HFC) no ensino parece ser quase consensual entre os pesquisadores que discutem tal temática. Vale ressaltar que a incorporação da filosofia da ciência à abordagem histórica implica em considerá-las interdependentes, ou seja: os relatos históricos estão permeados por teses/pressupostos epistemológicos e estes são ilustrados/fundamentados em exemplos da história da ciência.

Por outro lado, há também críticas à utilização didática da HFC. Entre elas as de que a história acaba sendo simplificada, tornando-se uma pseudo-história ou uma história de má qualidade; e de que desmitificar a ciência pode acarretar na perda de sua credibilidade (Silva, 2010; Matthews, 1995):

Em 1970, na conferência no MIT [...] essas justificativas a favor da história foram expostas a duplo ataque: de um lado, dizia-se que a única história possível nos cursos de ciências era a pseudo-história; de outro lado, afirmava-se que a exposição à história da ciência enfraquecia as convicções científicas necessárias à conclusão bem sucedida da aprendizagem da ciência. (Matthews, 1995, p. 173).

Assim como a grande maioria dos pesquisadores da área de ensino de física/ciências, não concordamos com tais críticas, sobretudo no que diz respeito à ideia de que trabalhar a



natureza da ciência de maneira coerente com os conhecimentos epistemológicos atuais poderia ter efeitos nocivos à sua credibilidade. Conforme Robilotta (1988, p. 18): “De nada adianta apresentar a ciência como um produto a ser venerado, admirado à distância, de modo a fazer com que os estudantes adquiram um sentimento de inferioridade. Quando se promove desse modo o triunfo da ciência, a nossa humanidade sai perdendo”.

Quanto à possibilidade de que a abordagem da HFC no ensino leve à distorção da história, acreditamos que, de fato, trata-se de uma preocupação que precisa ser considerada a fim de que se evite tal distorção. Guerra, Reis e Braga (2004, p. 225) afirmam que: “Para que a história da ciência cumpra o papel destacado [pelas pesquisas], é necessário que, ao enfocá-la, seja ultrapassada a história factual, baseada apenas em curtas biografias dos autores das leis e das teorias atualmente aceitas”. Similarmente, Robilotta (1988, p. 18) lembra que: “No ensino, entretanto, é preciso tomar cuidado com a história linearizada, ufanista”. Matthews (1995, p. 177) também discorreu sobre a problemática:

Na pedagogia, como na maioria das coisas, muitas vezes a matéria tem que ser simplificada. E isto é tão verdadeiro para a história da ciência quanto o é para a economia, ou para a própria ciência. Porém o fato de que a história da ciência seja simplificada não se toma um argumento decisivo contra ela. A tarefa da pedagogia é, então, a de produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e ciência podem tomar-se mais e mais complexas à medida que assim o exija a situação educacional. Lida-se melhor com o problema das distorções grosseiras quando se apresenta a HFC de forma mais adequada nos treinamentos de futuros profissionais e de profissionais já atuantes: as boas intenções levam às distorções. O problema hermenêutico de interpretação na história da ciência, longe de dificultar ou impedir o uso da história, pode tornar-se uma boa ocasião para que os alunos sejam apresentados a importantes questões de como lemos textos e interpretamos os fatos, isto é, ao complexo problema do significado: a partir de seu dia a dia, os alunos sabem que as pessoas veem as coisas de formas diferentes; portanto, a história da ciência constitui-se num veículo natural para se demonstrar como esta subjetividade afeta a própria ciência.

Há que se salientar que a defesa da abordagem HFC no ensino não implica em defender que as aulas de física se tornem aulas de história da física, algo que seria empobrecedor ao aluno tendo em vista a totalidade da física em seus elementos conceituais, lógico-matemáticos, culturais, sociais etc. Nesse sentido, entre as possíveis estratégias didáticas a serem utilizadas



estão: a seleção de momentos cruciais para o desenvolvimento da física para serem historicamente trabalhados (Guerra; Reis; Braga, 2002); a utilização de textos de cunho histórico; a organização de debates sobre questões historicamente controversas; a produção de peças teatrais com personagens centrais de trechos da história; e a construção de experimentos historicamente relevantes ao desenvolvimento da física (Silva, 2010).

Metodologia das Buscas e um Pouco sobre os Periódicos

A fim de identificar que tópicos de física já foram alvo de propostas e investigações no âmbito do uso da abordagem HFC no ensino médio, realizamos buscas por artigos nos dois periódicos brasileiros mais tradicionais da área de ensino de física, a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF).

A RBEF começou a ser publicada em 1979 e atualmente tem periodicidade trimestral. Segundo sua página eletrônica:

A Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF - é uma publicação de acesso livre da Sociedade Brasileira de Física (SBF) voltada à melhoria do ensino de Física em todos os níveis de escolarização. Através da publicação de artigos de alta qualidade, revisados por pares, a revista busca promover e divulgar a Física e ciências correlatas, contribuindo para a educação científica da sociedade como um todo. Ela publica artigos sobre aspectos teóricos e experimentais de Física, materiais e métodos instrucionais, desenvolvimento de currículo, pesquisa em ensino, história e filosofia da Física, política educacional e outros temas pertinentes e de interesse da comunidade engajada no ensino e pesquisa em Física. (RBEF, s/d)

Nossas buscas abrangeram artigos publicados nas 127 edições lançadas pela RBEF até junho de 2017.

Já o CBEF começou a ser publicado em 1984 e atualmente tem periodicidade quadrimestral.

Segundo sua página eletrônica:

O Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) é um periódico quadrimestral, arbitrado, indexado, voltado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física. Também é amplamente utilizado em pós-graduações em Ensino de Ciências/Física e em cursos de aperfeiçoamento para professores do Nível Médio. Tem por objetivo promover uma



disseminação efetiva e permanente de experiências entre docentes e pesquisadores, visando a elevar a qualidade do ensino da Física tanto nas instituições formadoras de novos professores quanto nas escolas em que esses docentes irão atuar. (CBEF, s/d).

Nossas buscas abrangeram artigos publicados nas 106 edições lançadas pelo CBEF até junho de 2017.

Optamos por utilizar os sistemas de busca de artigos disponibilizados pelas próprias revistas, sendo a filtragem de trabalhos realizada por meio do uso da palavra “história”.

Os resumos dos artigos filtrados a partir desse procedimento foram então lidos a fim de selecionarmos apenas aqueles que fossem relativos à física do ensino médio.

Resultados

A Tabela 1, a seguir, explicita quais foram os artigos selecionados:

Tabela 1 – Artigos selecionados

Artigos	Tópicos	Periódico
Peduzzi (1996)	Mecânica	CBEF
Magalhães, Santos e Dias (2002)	Campos Elétricos e Magnéticos	RBEF
Guerra, Reis e Braga (2004)	Eletromagnetismo	CBEF
Dias, Santos e Souza (2004)	Gravitação Universal	RBEF
Guerra, Braga e Reis (2007)	Relatividade Restrita	RBEF
Godoi e Figueirôa (2008)	Sistema de Unidades de Medida	CBEF
Longhini e Nardi (2009)	Pressão Atmosférica	CBEF
Praxedes e Peduzzi (2009)	Astronomia	RBEF
Santos, Voelzke e Araújo (2012)	Astronomia	CBEF
Morais e Guerra (2013)	Física Moderna	RBEF
Batista, Drummond e Freitas (2015)	Vácuo e Pressão Atmosférica	CBEF
Rodrigues Junior <i>et al.</i> (2016)	Astronomia	CBEF

Foram encontrados, portanto, trabalhos que abordavam os seguintes tópicos: campos elétricos e magnéticos, gravitação, relatividade, astronomia, energia, início do eletromagnetismo, relações entre força e movimento, unidades de medida, pressão atmosférica e vácuo, destacando-se o tópico astronomia, com três artigos.

Sete artigos foram publicados no CBEF e cinco na RBEF. Isso implica em uma média de 0,066 trabalhos por edição no CBEF e 0,039 trabalhos por edição da RBEF. Em outras palavras: em média, o CBEF publica um artigo relacionado à abordagem HFC na física do ensino médio a cada quinze de suas edições. Já para a RBEF esse número é de um artigo para cada 25 edições.

Considerações Finais

Como realizamos buscas em todas as edições da RBEF e do CBEF publicadas até junho de 2017 - totalizando 233 edições -, e encontramos apenas doze artigos, apontamos a pertinência no desenvolvimento e publicação de mais investigações sobre a utilização da abordagem HFC durante as práticas pedagógicas em física, ampliando também o rol de tópicos que são alvo de tais propostas. Não foram encontrados artigos que tratam da termodinâmica, por exemplo.

Apontamos como a principal limitação deste trabalho o fato de que realizamos buscas em apenas dois periódicos da área de ensino de física/ciências – ainda que se trate dos mais tradicionais. Nesse sentido, esperamos ampliar as buscas, consultando também artigos publicados em periódicos como: Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Ciência & Educação; Ciência & Ensino; Ciência em Tela; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Enseñanza de las Ciencias; Experiências em Ensino de Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Ciências & Ideias; Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias; Revista Electronica de Investigacion en Educacion en Ciencias; e Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Outra possibilidade é realizar buscas também nos anais dos EPEF's, ENPEC's e SNEF's (Simpósios Nacionais de Ensino de Física), afinal, comumente, tais eventos se constituem como as oportunidades mais utilizadas para a divulgação de pesquisas em andamento.

Referências

BASSALO, J. M. F. A importância do estudo da história da ciência. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n. 8, p. 57-66, 1992.

BATISTA, G. L. F.; DRUMMOND, J. M. H. F.; FREITAS, D. B. Fontes primárias no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015.



CBEF. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física – Foco e Escopo**. s/d. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/about/editorialPolicies#focusAndScope>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M. A Gravitação Universal. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 257-271, 2004.

GODOI, L. C. O.; FIGUEIRÔA, S. F. M. Dois Pesos e Duas Medidas: uma proposta para discutir a natureza do sistema de unidades de medida na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 523-545, 2008.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 575-583, 2007.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Um Julgamento no Ensino Médio - Uma estratégia para Trabalhar a Ciência sob Enfoque Histórico-filosófico. **Física na Escola**, v. 3, n. 1, p. 8-11, 2002.

LONGHINI, M. C.; NARDI, R. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 7-23, 2009.

MAGALHÃES, M. F.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C. Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma Aplicação da História da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 4, 2002.

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.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a Filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 2013.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. *In*: Pietrocola, M. (Org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 151-170, 2001.

PEDUZZI, L. O. Q. Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p.48-63, 1996.

PESSOA JUNIOR, O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? **Ciência & Ensino**, n. 1, p. 4-6, 1996.

PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: Uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 2009.



QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, p. 21-25, 2009.

RBEF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. s/d. Disponível em:
<<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

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, n. especial, p. 7-22, 1988.

RODRIGUES JUNIOR, E.; LINHARES, M. P.; BASEGODA, M. R. C. F. A; LUNA, F. J.;
HYGINO, C. B. Um estudo de caso histórico sobre o experimento de Foucault no Brasil, elaborado por uma professora do ensino médio na formação continuada a distância. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p.162-193, 2016.

SANTOS, A. J. J.; VOELZKE, M. R.; ARAUJO, M. S. T. O Projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 1139-1174, 2012.

SILVA, B. V. C. Um debate na escola: a história e a filosofia da ciência em foco. **Física na Escola**, v. 11, n. 2, p. 12-15, 2010.