

Leituras de Sites Relacionados à Energia Nuclear no Ensino Médio

Web Sites Reading Related to Nuclear Energy at High School

Cassiano Rezende Pagliarini

Universidade Estadual de Campinas – FE / PECIM – gepCE
pagliarini@gmail.com

Maria José P. M. de Almeida

Universidade Estadual de Campinas – FE / DEPRAC – gepCE
mjpma@unicamp.br

Georgina S. Fontes

E. E. Anhanguera/São Paulo
georgina.fontes@hotmail.com

Resumo

Analisamos interpretações de estudantes de uma turma da Educação de Jovens e Adultos numa escola pública da cidade de São Paulo, ao realizarem em grupo o que usualmente é chamado de pesquisa do tema, em sites relacionados à Energia Nuclear. A análise pauta-se em noções da Análise de Discurso, especialmente as três categorias de repetição: empírica, formal e histórica. Apontamos os sites em que os estudantes se basearam para produzirem a pesquisa e analisamos como se servem de suas produções para responderem questões formuladas em classe. Discutimos o papel das atividades realizadas partindo do reconhecimento da relevância da leitura e da escrita nas aulas de física. Finalmente apontamos possibilidades e limites dessas atividades. Dentro da perspectiva teórico-metodológica adotada, na qual a interpretação não é mero gesto de decodificação, as atividades propostas forneceram aos estudantes subsídios para a atribuição de sentidos articulados a questões pessoais e críticas.

Palavras chave: ensino de física, física moderna e contemporânea, análise de discurso.

Abstract

We analyze the interpretations of students in a class of Adult Education in a public school at São Paulo city, in performing in group what is usually called research of the theme in web sites related to Nuclear Energy. The analysis is guided by notions of Discourse Analysis, especially the three categories of repetition: empirical, formal and historical. We point out the web sites in which students are based on to produce their researches and we analyze how they serve their productions to answer the questions of a questionnaire at the classroom. We also discuss the role of these activities based on recognition of the importance of reading and writing in physics classrooms. Finally we point out possibilities and limits of these activities. Within the perspective we adopted, in which the interpretation is not a merely

gesture of decoding, the proposed activities provided the students grants for assigning meanings articulated to personal questions and critiques.

Key words: physics teaching, modern and contemporary physics, discourse analysis.

Introdução

Dadas as críticas que têm sido feitas às aulas de física pautadas quase que exclusivamente na resolução de exercícios, muitos professores dessa disciplina no Ensino Médio têm proposto aos alunos que realizem trabalhos com base no que usualmente chamam de pesquisa de determinado tema. São muitas as críticas a esse procedimento e se referem essencialmente ao fato de que muitos dos trabalhos são simples colagens de variadas informações de sites encontrados na internet (MORAN, 1997).

Por outro lado a leitura em aulas das áreas de ciências tem sido bastante indicada por pesquisadores do Ensino de Ciências em diversas situações didáticas e através da mediação de diferentes tipos textuais (ALMEIDA, 2010; ALMEIDA et al., 2001; MARTINS et al., 2004; SILVA; KAWAMURA, 2001; ZANOTELLO; ALMEIDA, 2007).

Neste estudo, buscamos:

- 1) Identificar o modo como sites selecionados por estudantes de Educação de Jovens e Adultos numa escola pública subsidiaram a pesquisa para realização de um trabalho sobre Energia Nuclear.
- 2) Compreender como os estudantes interpretam a pesquisa realizada ao responderem um questionário sobre o assunto.

Condições de produção das informações analisadas

As informações com as quais foram construídos os dados que analisamos neste estudo foram obtidas junto a alunos da Educação de Jovens e Adultos numa escola pública da cidade de São Paulo como parte das atividades desenvolvidas num projeto de pesquisa FAPESP Ensino Público. Nele, em inúmeras reuniões haviam sido realizadas atividades como estudo e discussão de textos e palestras visando subsidiar o funcionamento de determinadas estratégias de ensino na produção de conhecimentos escolares. Até o momento em que as informações do estudo foram coletadas haviam sido estudadas duas estratégias: o funcionamento escolar de diferentes linguagens, como a de divulgação científica, a de vídeos, entre outras, e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A terceira autora deste estudo, atuando como diretora da escola e participante do projeto, também havia participado de reuniões nas quais se havia discutido a relevância de se trabalhar com Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Básico. Mais especificamente, o conteúdo de física que havia subsidiado essas reuniões havia sido a Energia Nuclear. Suas conversas com um dos professores de Física da escola contribuíram para que ele realizasse a atividade que descrevemos a seguir.

Foi solicitado aos alunos de uma turma do primeiro ano do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos que realizassem pesquisa sobre temas relacionados à Energia Nuclear e entregassem um trabalho escrito, em grupos de três ou quatro membros. Quando os estudantes entregaram os trabalhos, o professor apresentou-lhes um questionário que poderia

também ser respondido em grupo. Assim, as perguntas do questionário além de terem caráter aberto foram respondidas com apoio na pesquisa realizada anteriormente. Em síntese, conforme proposta do professor de física responsável pela classe, o trabalho extraclasse de pesquisa do tema, em grupos de estudantes, consistiu em buscar informações relacionadas a questões de natureza científica, socioeconômicas e ambientais envolvidas na produção e utilização da Energia Nuclear pela sociedade, sendo incentivada a consulta a variadas fontes de informações. As perguntas formuladas no questionário foram:

1) *O que é energia nuclear?* 2) *Como se processa a reação nuclear?* 3) *Cite os principais elementos radioativos utilizados nos processos nucleares.* 4) *Quais são as formas de reações nucleares?* 5) *Onde se processa a reação nuclear?* 6) *O que são reatores nucleares?* 7) *Cite algumas vantagens do uso da energia nuclear.* 8) *Cite algumas desvantagens do uso da energia nuclear.* 9) *Cite algumas aplicações dos elementos radioativos.*

Enquanto as seis primeiras questões dizem respeito à física propriamente dita, envolvendo conceitos e a natureza da Energia Nuclear, as três últimas remetem a aplicações e possíveis impactos que seu uso pode causar à sociedade e ao nosso planeta, sejam eles positivos ou negativos. Desta maneira, se por um lado o trabalho entregue ao professor evidencia onde os estudantes buscaram informações, as respostas podem nos fornecer subsídios para que identifiquemos as diversas maneiras em que ocorrem seleções das informações julgadas pertinentes pelos nove grupos de estudantes que fizeram o trabalho de pesquisa e forneceram respostas escritas para o questionário.

Apoio teórico-metodológico

Utilizamos como apoio teórico-metodológico a Análise de Discurso (AD), na vertente iniciada por Michel Pêcheux. Nela consideramos a linguagem numa perspectiva onde esta é tomada como sendo não transparente, e não somente suporte para o pensamento, mas sim “[...] como mediação necessária entre o homem e a realidade natural e social. Essa mediação, que é o discurso, torna possível tanto a permanência e a continuidade quanto o deslocamento e a transformação do homem e da realidade em que ele vive” (ORLANDI, 2012a, p. 15).

Dentro desta linha teórica, o discurso é entendido como *efeito de sentidos* entre locutores e procura-se a compreensão de como determinado discurso foi formulado. Neste processo, além de consideradas as condições imediatas e situações próprias da tomada do discurso, questões que remetem à *exterioridade* desses dizeres são de grande relevância. Assim, é a partir desta noção de discurso que ao perguntarmos como tal fala/escrita foi formulada estamos nos remetendo ao modo *como* esses processos discursivos produzem significados, ou seja, as condições de produção destes dizeres subentendem também condições materiais sócio-históricas em que “a história tem seu real afetado pelo simbólico” (Ibid. p. 19).

A produção de sentidos passa também por uma *repetição* em seu dizer, uma vez que este se inscreve em um já-dito anterior que torna seu enunciado interpretável. Através dessas considerações, Orlandi (2012b, p. 70) distingue três modos diferentes em que ocorre a repetição, a saber:

- a) a *repetição empírica*, exercício mnemônico que não historiciza;
- b) a *repetição formal*, técnica de produzir frases, exercício gramatical que também não historiciza;
- c) a *repetição histórica*, a que inscreve o dizer no repetível enquanto memória

constitutiva, saber discursivo, em uma palavra: interdiscurso. Este, a memória (rede de filiações), que faz a língua significar. É assim que sentido, memória e história se intrincam na noção de interdiscurso.

Assim, é no próprio reconhecimento da existência de movimentos entre esses diferentes modos de repetição, a partir da "cópia" e passando por outra de reformulação no nível da organização gramatical, o "dizer com suas palavras", até a inscrição de sua memória constitutiva numa formulação que produz um novo dizer no meio de outros, que reside a possibilidade mesma de se constituir uma aprendizagem. Cabe então à escola sustentar uma mediação que possibilite se relacionar com o repetível, ou seja, "[...] criar condições para que o aluno trabalhe sua relação com suas filiações de sentido, com a memória do dizer" (ORLANDI, 1998, p. 14).

Desenvolvimento da análise

Ao procurarmos compreender como os grupos se serviram dos textos produzidos na pesquisa sobre o tema para responder ao questionário, uma primeira consideração reside em identificar os tipos de fontes utilizadas para a atividade inicial.

Grupo	Sites Consultados	Proposta e Público Alvo	Imagens Selecionadas
1	"Brasil Escola" / Blogs	Pesquisas Escolares / Divulgação	Usinas, Reatores, Símbolos (radioatividade, perigo de morte, contaminação).
2	"Cola da Web"	Pesquisas Escolares	<i>Não constam imagens.</i>
3	"Cola da Web" / "Brasil Escola"	Pesquisas Escolares / Pesquisas Escolares	Usinas, Lixo Atômico, Reatores, Explosões.
4	"AreaSeg" / "Wikipédia"	Segurança do Trabalho / Enciclopédia on-line livre	Usinas, Reatores.
5	"Wikipédia" / "Info Escola"	Enciclopédia on-line livre/ Pesquisas Escolares	<i>Não constam imagens.</i>
6	"Wikipédia"	Enciclopédia on-line livre	Usinas, Lixo Atômico, Reatores, Modelos Nucleares, Elementos Mineraiis Radioativos, Tirinhas de Humor.
7	"Wikipédia"	Enciclopédia on-line livre	Cientistas, Usinas, Explosões, Reatores, Modelos Nucleares, Símbolo Radioatividade, Tirinhas de Humor, Protestos Públicos.
8	"Wikipédia" / "Cola da Web"	Enciclopédia on-line livre / Pesquisas Escolares	<i>Não constam imagens.</i>
9	"Info Escola"	Pesquisas Escolares	<i>Não constam imagens.</i>

Quadro 1: Principais fontes consultadas por cada grupo na pesquisa sobre o tema Energia Nuclear e tipos de imagens selecionadas presentes em suas produções.

O **grupo 1** se baseou em um site de pesquisas escolares, fato bastante recorrente entre os demais grupos, mas também optou por selecionar um artigo de divulgação científica, presente em diversos blogs na internet, intitulado “O Brasil e as Usinas Nucleares – eletricidade nuclear e as tarifas”, de autoria de um professor universitário da área de pesquisas aplicadas em física, Heitor Scalabrini Costa. Neste artigo, é destacado o enfoque da projeção econômico da produção energética de origem nuclear no âmbito nacional. O artigo foi publicado logo após o desastre ocorrido na usina nuclear de Fukushima. Um ponto a se destacar é a grande ênfase dada à presença de símbolos associados a produtos com resíduos de radiação, perigo de morte e contaminação dentre as imagens selecionadas para compor o texto do grupo.

No questionário, podemos notar repetições empíricas nas primeiras respostas, aquelas diretamente relacionadas a questões físicas acerca da Energia Nuclear. Entretanto, nas três últimas, mais gerais e associadas a possíveis aplicações de seu uso, notamos também repetições formais em que se fizeram presentes posições socioeconômicas, possivelmente devidas à leitura do artigo de divulgação, na reformulação dos dizeres.

Reação nuclear, em Física nuclear, é qualquer reação em que ocorra modificação de um ou mais núcleos atômicos, onde dois ou mais átomos se unem ou um átomo sofre fissão nuclear (repetição empírica, em resposta à questão 2).

Aspectos positivos da energia nuclear: as reservas de energia nuclear são muito maiores que as reservas de combustíveis fósseis, tendo seus elementos maior concentração de energia disponível; [...] Aspectos negativos: os custos de construção e operação das usinas são muito altos e crescem proporcionalmente com o nível de confiabilidade e segurança exigidos (Trechos do texto de pesquisa produzido pelo grupo 1, utilizado como base para simples reformulação das respostas às questões 7 e 8, respectivamente).

O combustível é barato (em comparação com outras fontes de energia). [...] Alto custo de construção, em razão da tecnologia e segurança empregadas (repetição formal, em respostas às questões 7 e 8, respectivamente).

Por sua vez, o **grupo 2** se baseou somente em um portal de pesquisas escolares para a elaboração do texto e trouxe uma interessante ênfase no assunto específico sobre o lixo atômico, discriminando a nomenclatura e classificação de seus níveis, bem como seu modo de armazenamento. Desta maneira, suas respostas ao questionário evidenciaram repetições empíricas nas questões iniciais sobre física e um movimento para repetições formais nas referentes a aplicações e impactos sociais e ambientais.

Energia nuclear é a energia liberada numa “reação nuclear”, ou seja, em processo de transformação de núcleos atômicos, ou seja, em processo de transformação de núcleos atômicos (repetição empírica, em resposta à questão 1).

[...] O lixo atômico não pode ser tratado como lixo comum. [...] Geralmente o lixo atômico é colocado em caixas de concreto com paredes espessas e só então lançado ao mar, porém, é impossível garantir proteção ao conteúdo radioativo. [...] A tecnologia nuclear é perigosa, já causou acidentes graves como o de Three Mile Island (EUA) e Chernobil (Ucrânia), com milhares de mortes e enfermidades decorrentes desses acidentes, além da perda de grandes áreas (Trechos do texto de pesquisa produzido pelo grupo 2, utilizado como base para simples reformulação da resposta à questão 8).

Necessidade de armazenar o resíduo nuclear em locais isolados e protegidos; pode interferir com ecossistemas; grande risco de acidente na central nuclear (repetição formal, em resposta à questão 8).

Além de conceitos e modelos envolvidos na física das reações nucleares, o **grupo 3** trouxe para a produção de seu texto, baseado em dois sites de pesquisas escolares, assuntos sobre países e locais que utilizam a Energia Nuclear, bem como questões acerca do lixo

atômico. Porém, em suas respostas apenas curtas repetições empíricas se fizeram presentes, enquanto que o destaque reside na seleção de imagens relativas a explosões, usinas nucleares e o transporte e armazenamento de resíduos radioativos, marcados pelos símbolos a eles associados.

Já o texto do **grupo 4** se diferenciou dos demais ao utilizar como fonte principal um site dedicado à segurança e saúde do trabalho, sendo que após uma explicação histórica dos acontecimentos científicos são fornecidas diversas informações: sobre o complexo nuclear de Angra dos Reis, sua história e capacidade de produção; sobre a produção nacional de combustível; sobre o tratado internacional de não proliferação nuclear e também sobre acidentes já ocorridos. Em suas respostas ao questionário, a grande riqueza e variedade de informações trazidas pela pesquisa foram repetidas empiricamente em grande parte das questões. Assim como os dois primeiros grupos, somente nas questões referentes às vantagens e desvantagens do uso da Energia Nuclear é que notamos um movimento em torno de repetições formais nas quais também aparece a tensão entre benefícios e impactos negativos ao meio-ambiente.

O **grupo 5**, recorrendo principalmente à enciclopédia on-line livre *Wikipédia* e também a um site de pesquisas escolares, trouxe para o texto produzido, sobretudo, pontos referentes a questões científicas históricas acerca das investigações em física nuclear, bem como os tipos de radiações e diversas informações sobre lixo atômico. Nas respostas ao questionário notamos a predominância de repetições empíricas e formais. Porém, destaca-se um deslocamento para uma repetição histórica na resposta da última questão, a respeito das aplicações de elementos radioativos.

O lixo atômico (ou resíduo radioativo) é formado de resíduos que contém elementos químicos radioativos sem propósito prático, é frequentemente o subproduto de um processo nuclear, como a fissão nuclear. Este tipo de resíduo também pode ser gerado durante o processamento de combustível para os reatores ou armas nucleares ou em aplicações médias com a radioterapia e a medicina nuclear. Para se ter uma ideia do “presente” que está sendo deixado para as futuras gerações, o lixo atômico que uma usina nuclear produz (utilizando plutônio) leva aproximadamente 24.000 anos para ter sua radioatividade reduzida pela metade (Trecho do texto de pesquisa produzido pelo grupo 5, na seção “lixo atômico”, utilizado como base para resposta à questão 9, onde elementos externos são incorporados e levados em consideração).

Apesar dos efeitos nocivos à saúde, a radioatividade está presente em muitas áreas. Muitas pessoas fazem a associação da radioatividade com apenas coisas negativas como bombas atômicas ou armas nucleares, mas a energia nuclear é mais do que isso (deslocamentos em direção a uma repetição histórica, em resposta à questão 9).

Os **grupos 6 e 7** apresentaram uma reprodução integral do conteúdo do verbete *Energia Nuclear* da *Wikipédia*, sendo suas respostas também cópias de alguns trechos dos textos de suas pesquisas. O destaque das produções desses grupos se encontra na grande quantidade e diversidade de imagens presentes, em relação aos textos dos demais grupos. Elas vão desde esquemas explicativos de modelos nucleares, dos tipos de reações nucleares e radiações emitidas por núcleos radioativos, passando por usinas nucleares, elementos e símbolos associados à atividade radioativa de resíduos, até tirinhas de humor (Fig. 1).

Por fim, os **grupos 8 e 9** também realizaram uma reprodução praticamente integral de suas fontes de pesquisa (sites de pesquisas escolares e *Wikipédia*) para a produção de seus textos. Um ponto que os diferencia dos demais grupos trata-se da ausência de uma seleção de imagens e a simples cópia de informações dos textos, efetuada para suas respostas ao questionário aberto em todas as questões. Assim, percebemos apenas nos trabalhos desses dois últimos grupos uma representação da crítica frequente com relação a atividades de pesquisa escolar deste gênero, uma vez que apresentaram somente repetições empíricas.

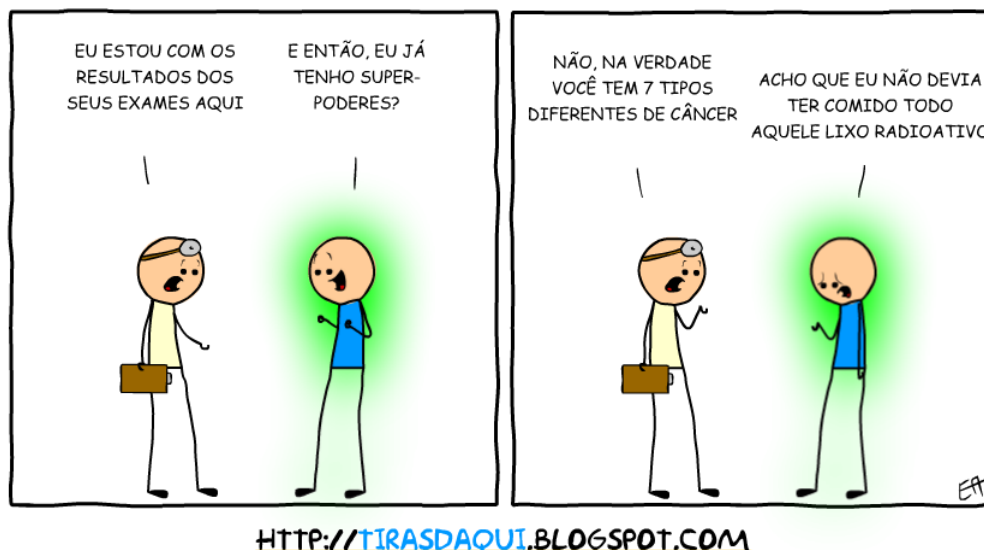


Figura 1: Tirinha de humor presente nas seleções de imagens dos grupos 6 e 7.

Algumas considerações

Através da análise dessas produções, constatamos que as atividades de pesquisa do tema Energia Nuclear e as respostas ao questionário forneceram aos alunos da turma estudada subsídios para a atribuição de sentidos articulados a questões pessoais e críticas, se posicionando ao interpretarem algumas das informações disponíveis sobre o tema proposto. Dentro da perspectiva teórico-analítica da Análise de Discurso que adotamos, a interpretação não é mero gesto de decodificação. “Também não é livre de determinações. Ela não pode ser qualquer uma e não é igualmente distribuída na formação social” (ORLANDI, 2012b, p. 67).

Ao analisarmos as respostas ao questionário dos grupos 1, 2 e 4, movimentos entre repetições empíricas e formais foram evidenciados não nas seis primeiras questões, aquelas dedicadas à física, mas nas três últimas, que remetem às aplicações e possíveis impactos do uso da Energia Nuclear na sociedade. Deste modo, além da importância do contato dos alunos do Ensino Médio com conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (PENA, 2006), através do tema de pesquisa proposto, a reflexão sobre possíveis implicações da ciência abre a possibilidades para a construção de relações com a tecnologia e sociedade, como destacado por estudos como o de Angotti e Auth (2001).

Indícios que apontam deslocamentos em direção a uma repetição histórica foram evidenciados somente na resposta à última questão do grupo 5, sendo esta a possibilidade de interpretação que o trabalho escolar deveria proporcionar a seus alunos, o ideal de aprendizagem. A inscrição do seu dizer no repetível histórico, ou seja, aquilo que é passível de interpretação, num movimento de inscrição e deslocamento simultâneos de sua memória constitutiva (ORLANDI, 1998) implica na adoção de uma concepção de linguagem mais ampla e significativa, uma vez que esta:

[...] além de suporte do pensamento e instrumento de comunicação de informações, é, essencialmente, produto do trabalho dos homens em sociedade, ou seja, efeito de um processo histórico no qual o discurso é o lugar específico em que se pode observar a relação entre linguagem e ideologia, esta última sendo a própria condição para a linguagem, entendida, conforme Orlandi (1994), como o imaginário que medeia as relações entre o indivíduo e as suas condições de existência. Daí a importância da memória discursiva ou interdiscurso, ou seja, do já dito que sustenta a possibilidade do dizer (ALMEIDA, 2004, p. 99).

No seu conjunto, as análises dos nove grupos nos permitem concluir a contribuição da atividade realizada a algum tipo de aprendizagem pelos alunos, pois mesmo aqueles que se restringiram a repetições empíricas, tiveram que se dedicar a processos de leitura e seleção de sites ao responderem as questões. Assim, julgamos que atividades como essa, com conteúdos e perguntas bem selecionadas e, principalmente se incluírem mediações em classe a partir das produções dos alunos, não devem ser descartadas das práticas pedagógicas escolares.

Apoios

¹ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

² Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

Referências

ALMEIDA, M. J. P. M. O texto de divulgação científica como recurso didático na mediação do discurso escolar relativo à ciência. In: PINTO, G. A. (org.) **Divulgação científica e práticas educativas**. Curitiba: Editora CRV, 2010.

_____. **Discursos da Ciência e da Escola** – ideologia e leituras possíveis. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C.; MICHINEL, J. L. M. Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.1, p. 5-17, 2001.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G.; ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

MORAN, J. M. Como utilizar a internet na educação. **Ciência da Informação**, v. 26, n. 2, 1997.

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso** – princípios e procedimentos. 10ª edição. Campinas: Pontes, 2012a.

_____. **Interpretação** – autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico. 6ª edição. Campinas: Pontes, 2012b.

_____. Paráfrase e Polissemia – a fluidez nos limites do simbólico. **Rua**, v. 4, p. 9-19, 1998.

_____. Discurso, imaginário social e conhecimento. **Em Aberto**, 14, n. 61, p. 52-59, 1994.

PENA, F. L. A. Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias da física moderna e contemporânea na sala de aula? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 1-2, 2006.

SILVA, J. A.; KAWAMURA, M. R. D. A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 3, p. 316-339, 2001.

ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 437-446, 2007.