



REVISITANDO PROJETOS DE ENSINO DE FÍSICA NUMA PERSPECTIVA BAKHTINIANA

Revisiting the physics education projects in a Bakhtinian perspective

José Luís Nami Adum Ortega [ortega@if.usp.br]

*Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências
Universidade de São Paulo
Rua do Matão 1371, Cidade Universitária, São Paulo, Brasil*

André Machado Rodrigues [andremr@if.usp.br]

Cristiano Rodrigues de Mattos [mattos@if.usp.br]

*Instituto de Física
Universidade de São Paulo
Rua do Matão 1371, Cidade Universitária, São Paulo, Brasil*

Resumo

Neste artigo, apontamos algumas correlações entre o contexto histórico-social da década de 1970 e a esfera do ensino de física da época, por meio da análise de enunciados expressos nos textos de dois projetos de ensino: O Projeto Física da Universidade de Harvard e o Projeto de Ensino de Física da Universidade de São Paulo. Dada a infinidade e complexidade das mediações entre sociedade e projeto, focamos nas mediações que se referem às esferas mais amplas da atividade social. Queremos delinear as mediações sócio históricas que permitem identificar os limites sociais e históricos a que estavam submetidos. Portanto, é nessa relação dialética entre obra educacional e horizonte histórico de uma sociedade que tomamos o conceito de gênero discursivo (Bakhtin, 2006), com o qual é possível representar as relações entre história e discurso. Nessa relação se estabelecem a teleologia social, as intenções comunicativas e as escolhas discursivas dos sujeitos da atividade humana. Dessa forma, nossa perspectiva discursiva, social e histórica de análise indica que os discursos educacionais por eles produzidos expressaram necessidades, valores e compromissos de grupos sociais organizados daquelas sociedades e que suas produções ideológicas foram refletidas e refratadas no conteúdo temático, na composição e estilo dos gêneros produzidos para o ensino daquele contexto.

Palavras-chave: Projetos de ensino de física; Sociologia da Educação; Análise do discurso; Gêneros do discurso.

Abstract

In this article, we point out correlations between the 1970s social-historical context and the of physics teaching sphere at the time, through the analysis of utterances expressed in two educational projects texts: The Physics Project at Harvard University and the Project of Physical Education at the University of Sao Paulo. Given the infinity and complexity of mediations between society and projects, we focus on mediations that refer to the broader spheres of social activity. We want to outline the socio-historical mediations that allow us to identify the social and historical limits to which they were submitted. Therefore, it is in this dialectical relationship between educational work and the historical horizon of a society that we take the bakhtinian concept of discursive genre, which allows representing the relations between history and discourse. Within this relationship social teleology, communicative intentions and the discursive choices of the subjects of human activity are established. Thus our discursive, social, and historical perspective of analysis indicates that the educational discourses they produced, is an expression of the needs, values and commitments of organized social groups of those societies, and that their ideological productions were reflected and refracted in the thematic content, composition and genre style produced within the teaching in that context.

Key words: Physics teaching projects; Sociology of education; Speech genres; Speech analysis.

INTRODUÇÃO

Para se entender a relação de uma obra com seu contexto de produção, precisamos caracterizar como ela se inscreve em seu tempo e se orienta para seu público, inserindo-se na vida pela elaboração de um conteúdo temático específico que expresse acontecimentos, as ideias, as relações sociais e problemas de sua época (Medviédév, 2010). A obra que analisaremos, é uma forma de produção típica que se estabelece nas esferas científicas e educacionais, denominada projeto de ensino científico.

Para começarmos a caracterizar essa complexa forma discursiva estabilizada por uma prática social, resolvemos focar o período que se estende do final de 1950 até meados da década de 70, que ficou conhecido, na história da educação em Ciências, como a era dos projetos (Alves Filho, 2000). Pela primeira vez, projetos curriculares de ensino de Física, Química, Biologia e Matemática, foram elaborados por equipes com especialistas em diversas esferas sociais como: professores de ciências, cientistas, psicólogos, pedagogos, editores, jornalistas, entre outros. O principal objetivo desse movimento era produzir um ensino de Ciências que desse resposta às necessidades formativas emergenciais da época: a produção de cientistas, engenheiros e técnicos que pudessem dar suporte à corrida espacial estabelecida ao longo da Guerra Fria.

Como resultado dos esforços dessas equipes multidisciplinares, novas formas de se pensar o currículo de ciências se estabelecem, sejam com a inclusão de novos conteúdos científicos, raramente tratados na educação básica, seja na sua organização, seja nas ênfases dadas aos materiais didáticos (Alves Filho, 2000; Gaspar, 1997). Essa transformação na esfera do ensino de ciências acaba sendo tomada como um marco educacional, pois testemunhamos a emergência de novos referenciais sobre conhecimento, aprendizagem, concepções didáticas e curriculares. As décadas de 50 e 60, apesar do quadro geral de tensões políticas e controle social, podem ser tratadas como um período muito fecundo, expressivo e criativo para a educação científica. Talvez, seja por isso que alguns autores tratam este período como sendo o momento em que surge o novo campo de pesquisa acadêmica – a pesquisa em Ensino de Ciências (Krasilchik, 2000; Nardi, 2005).

Entretanto, apesar da diversidade e riqueza de materiais e experiências didáticas geradas em decorrência dessa efervescência de projetos, poucos são os cursos de formação de professores de física que os utilizam como exemplo histórico de ações educacionais coordenadas em prol de um objetivo de formação científica mais ampla. Tais projetos, infelizmente, são tratados como peças históricas estáticas, desgastadas, cuja validade expirou.

Entretanto, parte da comunidade de pesquisa em ensino de ciências considera relevante compreender os processos sociais envolvidos tanto na construção quanto no desenvolvimento daqueles projetos de ensino (Barra & Lorenz, 1986; Bittencourt, 1977; Garcia, 2006; Krasilchik, 1995; Nardi, 2005), não somente pelo resgate de ricos materiais e estratégias bem-sucedidas, mas também pela reflexão crítica que seu processo de produção nos proporciona. Nessa perspectiva, retomaremos dois projetos de ensino de física da década de 70, um americano, Projeto Física desenvolvido na Universidade de Harvard¹ (Holton, Rutherford, & Watson, 1980a, 1980b, 1980c) e um brasileiro, Projeto de Ensino de Física desenvolvido pela Universidade São Paulo (Hamburger & Moscati, 1971b, 1971a, 1974), os quais, apesar da especificidade de seus contextos histórico e social de origem, procuraram soluções de grande amplitude ao ensino científico, que ecoam até hoje. Escolhemos compará-los, principalmente, porque foram iniciativas que procuraram transformar e romper com estruturas de ensino até então estabelecidas por projetos anteriores (Holton, 1976, 2003) e que eram inadequadas às características próprias da época e da sociedade que os adotava nos respectivos países (Krasilchik, 1987). Assim, a ressignificação desses projetos, numa perspectiva sócio histórica, pode contribuir para compreendermos não só as condições de produção de ações dessa natureza, mas também, compreender quais elementos estariam presentes na atualidade e que justificariam a produção de novos projetos de ensino de ciências.

De fato, projetos curriculares como os que aqui serão analisados são objetos privilegiados de estudo das inter-relações entre educação e sociedade. A contextualização histórica dos projetos serve ao duplo propósito de compreender o processo das transformações curriculares e de relacioná-lo ao papel atribuído ao ensino de ciência, seja na formação dos estudantes (Gaspar, 1997; Krasilchik, 2000), seja nas suas complexas relações com as dinâmicas sociais de sua época (Pacheco, 2000).

REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Frente a complexidade de nossos objetos de estudo indicamos, em linhas gerais, como a elaboração de um projeto curricular reflete – com maior ou menor consciência crítica dos autores – o caldo cultural de sua época. Todo texto traz consigo suas condições de produção ao privilegiar certas formas de discurso, de

¹ A versão original em inglês do Projeto Física de Harvard pode ser acessada em <https://archive.org>.

práticas, de modelos e de valores em detrimento de outros. Em função dessa inseparável relação entre texto, contexto e pretexto – entre obra e condição social de produção – o conhecimento da dinâmica social se torna um pré-requisito para que qualquer educador possa pensar a construção curricular (Santos & Casali, 2009) ou, em nosso caso, os projetos de ensino. Finalmente, resgatar esses projetos é promover um diálogo entre o passado e o presente, ou melhor, um diálogo entre o passado e os fins futuros (Carr, 1996), que progressivamente emergem na construção de uma consciência mediada pela história. Interpretar o passado é selecionar o que consideramos significativo e relevante para a inscrição de nossa ação no mundo.

Portanto, é nessa relação dialética entre obra educacional (currículo/projeto) e horizonte histórico de uma sociedade que tomamos o conceito de gênero discursivo (Bakhtin, 2006), com o qual é possível representar as relações entre história e discurso, assim como suas relações com as esferas de vivência e os conflitos dos grupos sociais que as produzem. Nessa relação se estabelecem a teleologia social, as intenções comunicativas e as escolhas discursivas dos sujeitos da atividade humana.

Para Bakhtin, todo registro discursivo de uma época é um retrato do fluxo da comunicação verbal, dos atos de fala, é o que demarca um contexto discursivo e expressa um momento do fenômeno social da interação humana. Por constituir-se de um encadeamento enunciativo, um cruzamento de falas sociais, revela sua natureza dialógica num sentido mais amplo como uma resposta e uma intervenção num contexto discursivo. Em outros termos, os materiais didáticos, os livros-texto são materialidades ativas dos discursos verbais, representam, de diversas maneiras, o fluxo comunicativo verbal que se cristaliza (Bakhtin, 2006).

O discurso escrito, nesta perspectiva, é fragmento de uma discussão ideológica mais ampla, desde a dimensão individual, à institucional, ou mais ainda, à cultural, sempre que expressa uma intenção, podendo ser uma resposta, uma refutação, uma confirmação, uma antecipação de questões ou a busca de um apoio. Neste sentido, a materialidade dos meios impressos, como é o caso dos projetos de ensino, são sempre expressões concretizadas no tempo e no espaço de fluxos de comunicação verbal. Para Bakhtin (2006) a linguagem é prática social e expressa os compromissos e as tensões entre grupos sociais (Engeström & Sannino, 2010).

Ao considerar que os seres humanos se articulam em grupos, suas condutas (definidas como redes de atividades) se desenvolvem num contexto histórico-material que demarca um quadro de possibilidades de interações diversas. Dessa maneira, Bakhtin (2006; Volochinov/Bakhtin, 2006) vincula linguagem e práticas sociais, definindo conjuntos organizados de ações que orientam sujeitos à produção de linguagens que asseguram as formas de cooperação, produção e reprodução social. Assim, os atos de linguagem se revelam como escolhas discursivas intencionais que se concretizam dentro de um gênero discursivo. Disso decorre que a ordem metodológica da investigação do fenômeno enunciativo (um comunicado, um artigo, um livro, etc.) pressupõe que se caracterize as condições concretas, sociais e históricas em que ele se realiza. Em seguida, deve expressar os sentidos que mobilizam os sujeitos dada uma atividade, uma interação social determinada para qual a obra se orienta. Finalmente, deve caracterizar suas formas enunciativas acabadas e significados estabilizados, organizados num meio material específico.

Mesmo se tratando do discurso científico, que em certa medida prima pelo rigor formal, pela precisão, impessoalidade de seus enunciados e pela tão controversa objetividade, a escolha de um certo tipo de discurso vai depender do gênero discursivo em uso no grupo social e de uma avaliação da sua pertinência e sua eficácia em relação ao objetivo da ação. Na prática educacional essa característica fica mais evidente. Afinal, o desvelamento dos diálogos que um projeto estabelece com seu contexto educacional é rico em referências e critérios para nortear não só a atividade educativa, mas também a atividade docente. Ele nos fornece uma lente para notarmos as apropriações que a sociedade fez e faz da ciência, bem como as escolhas discursivas dos professores envolvidos no processo educacional, que fiéis às suas crenças e concepções de ciência, expressaram-nas em ressonância com sua época e com os contextos sociais nos quais os projetos foram desenvolvidos.

Aqui estamos apoiados em uma perspectiva histórica da educação e da linguagem (Vigotski, 2001; Volochinov/Bakhtin, 2006). Nela enfatizamos que no processo de comunicação humana, os vários significados potenciais de uma palavra, sua polissemia, emergem em diferentes contextos comunicativos para os sujeitos em interação dialógica (Mattos, 2014; Rodrigues & Mattos, 2007). Por isso, entender a escolha de palavras para produção de enunciados contextualizados torna-se importante instrumento de análise. Ao evidenciar esse processo revelamos não só elementos relacionados a significados dos conteúdos apresentados, mas escolhas temáticas e composicionais, relacionadas aos recortes considerados como válidos de serem ensinados e aprendidos. Assim, a dimensão histórica como releitura do passado e compreensão do presente, auxilia-nos a explicitar os elementos contextuais envolvidos na atribuição de sentido e valor.

Desse modo, estabelecendo critérios de análise que explicitem relações dessa relação complexa – momento histórico-cultural e projetos para educação em ciências – com suas esferas de produção, é possível que consigamos compreender melhor os desafios educacionais impostos nos dias de hoje (Cachapuz, Paixão, Lopes, & Guerra, 2008; Santos, 2007)

As palavras utilizadas, as formas expressivas características, os conceitos empregados, as sequências didáticas, os recortes fenomênicos e as ênfases escolhidas, em suma, seu conteúdo temático, estilo e construção composicional, estruturados na produção e desenvolvimento desses projetos são um caminho para compreender sua orientação nos processos de ensino-aprendizagem e as especificidades deste campo da comunicação social.

Com este conjunto de análise é possível explorar a dimensão social desses processos, na medida em que tratamos de um discurso que tem sentido e valor aos olhos de um determinado grupo social, um discurso que expressa determinada forma de ver e organizar o mundo, estranha àqueles que não compreendem as relações que originaram esse discurso. Afinal, todo signo “resulta de um consenso entre indivíduos organizados no decorrer de um processo de interação” (Volochinov/Bakhtin, 2006, p. 44) condicionando suas formas tanto pela “organização social de tais indivíduos como pelas condições em que a interação acontece” (ibidem). Ou seja, todo signo ideológico, logo o signo linguístico, realiza-se no processo de relação social e é marcado “pelo horizonte social de uma época e de um grupo social determinados” (ibidem).

Para permitir que as mais diversas pessoas da sociedade compreendam e manipulem esses discursos em algum nível, temos que levar em conta os fins, valores que matizam os signos empregados, a que grupos da sociedade o discurso está dirigido e com que finalidade, que ideologias defendem e como se apropriarão do discurso científico, dando novos sentidos aos signos apropriados. Portanto, captar e representar a totalidade enunciativa de uma obra científica, com todo seu inacabamento característico da dinâmica produção científica – a primeira e a última palavra, começo e o fim de uma enunciação, o registro da primeira e última observações, as descobertas que provisoriamente confirmam e refutam um fenômeno, a evolução conceitual e as refundações paradigmáticas – é o primeiro passo na caracterização dos gêneros que se formam e se estruturam na organização e reprodução de uma atividade social determinada, neste caso, o ensino de ciências e seus projetos. Isso justifica nosso interesse pela análise do discurso nos projetos em conexão com os cenários histórico, econômico e cultural da década de 1970.

Ao traçar o panorama histórico e social no qual se deu a confecção desses dois grandes projetos curriculares de física e relacioná-lo a certas escolhas curriculares e formas discursivas do ensino de ciências, procuramos evitar reduções ou interpretações mecanicistas da história. Pretendemos que esse quadro histórico geral crie condições para que percebamos os compromissos estabelecidos com determinadas abordagens ao ensino da física. Por um lado, compromissos impostos aos projetos pelos processos sociais nos quais eles se encontravam inscritos como, por exemplo, a necessidade formativa de mão-de-obra técnica, assim como os campos de influência da comunidade científica, no quais o empirismo amplia a dimensão dada à atividade experimental no processo de aprendizagem. Determinar as contradições que tais concepções enfrentaram, quais foram superadas, são questões relevantes para compreendermos os limites e potencialidades de tais projetos, bem como estabelecer um quadro de critérios para um olhar crítico sobre o ensino de ciências hoje.

Por meio desse diálogo histórico é possível perceber nos projetos analisados, como certas concepções, embrionárias da década de 70, estão ainda hoje, incorporadas em parte ao discurso educacional (Ricardo & Zylbersztajn, 2008) como, por exemplo, questões relacionadas à noção de cidadania, amalgamada naqueles anos, e que hoje conformam um pressuposto educacional, a despeito de sua concretização no ensino ser ainda um problema aberto que enfrentamos como educadores. Mostraremos como o ensino de física se processa de maneira distinta em diferentes contextos históricos, por um lado, nos Estados Unidos com uma democracia que se ampliava com a participação de diversos grupos sociais, por outro lado, no Brasil uma ditadura que nascia de maneira exemplar para toda a América Latina. Em outras palavras, será que ensinamos elétrons e campo elétrico da mesma maneira em uma ditadura e em uma democracia?

A ESCOLHA DOS PROJETOS: DEFINIÇÃO DE UM OBJETO DE ESTUDO

Escolhemos os projetos de ensino em vez de livros didáticos pela relação mais orgânica que os projetos têm com seu contexto histórico-social. A produção de projetos de ensino tem sido caracterizada pela mobilização de grupos de profissionais de diferentes áreas na perspectiva de estabelecer práticas mais estáveis no ensino. Normalmente os projetos de ensino estão ligados a instituições, sejam públicas ou privadas, cujo interesse não é só comercial, tem preocupações com o público específico e um endereçamento claro, pertinente e estabilizado para quem se destina. Historicamente, podemos notar na construção de projetos métodos de produção que se assemelham a da pesquisa científica, como por exemplo a produção

de materiais piloto que possam ser avaliados ao longo de certos períodos antes da elaboração de uma versão mais definitiva do material didático final do projeto (Bittencourt, 1977; Pacca, 1976; Violin, 1976).

Diferentemente, os livros didáticos têm se pautado, em sua maioria, no Brasil ou no resto do mundo, nas experiências bem-sucedidas de professores que se tornam autores. Assim, os livros didáticos, em sua maioria tornam-se, praticamente, relatos de experiência, cuja validação foi dada pelo próprio autor. No Brasil, em particular, com o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), retirou do mercado privado o poder de determinar o produto mais adequado às comunidades escolares, e é claro também limitou o poder de propaganda das editoras. O PNLD assumiu para si a responsabilidade de determinar critérios de produção de livros didáticos e, sendo o comprador mais voraz do mercado, passou a determinar os modos de produção das editoras brasileiras. Assim, o livro didático fica ao sabor do campo de influência determinado pelo governo federal (Andrade Filho, 2010; Munakata, 2012). Nota-se, infelizmente, após 20 anos do atual programa de compras de livros didáticos pelo governo federal, um esgotamento das novidades e um retorno aos modos de produção anteriores, identificado pelo retorno de autores da década de 80 e 90, agora reeditados em função das regras de compra. Da mesma forma, a ênfase nos conteúdos específicos mantém os métodos de ensino reféns de uma ideologia que não leva em consideração o Ensino Médio como etapa final da educação básica.

Um dos critérios que norteou a escolha dos referidos projetos foi a necessidade do diálogo que estabeleceram com o “Projeto Física”, desenvolvido pela *Physical Science Study Committee* (PSSC²). O PSSC, estadunidense, “teve o mérito de modificar substancialmente o que se entendia por ensino de física até aquela época”. (Alves Filho, 2000, p. 26). O projeto promovia a participação ativa dos estudantes propunha uma vivência prática dos alunos nos procedimentos da ciência, em particular, desenvolvendo atividades experimentais inovadoras, com mais de 50 experimentos que fugiam ao esquema pedagógico de demonstração ou confirmação do modelo ou teoria ensinados.

Assim, dentre os vários projetos existentes, escolhemos dois que se destacam nesta relação com o PSSC: o (i) *Projeto Física* (PFH³), também de origem estadunidense, organizado por Gerald Holton, James Rutherford e Fletcher Watson, todos da Universidade de Harvard, e (ii) o *Projeto de Ensino de Física* (PEF⁴), projeto brasileiro, organizado por Ernst Hamburger e Giorgio Moscati⁵, professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Cada um dos projetos escolhidos para análise (PFH e PEF), ao seu modo, apresenta as intenções e valores forjados no contexto do ensino de ciências ao longo da década de 1960, período em que o PSSC foi o modelo dominante nesta área.

Outro critério importante é o de que ambos os projetos, cada qual na sua estrutura social, procuraram dar respostas à diferentes aspectos do fenômeno do ensino de massa que caracterizou a segunda metade do século XX. Tanto no Brasil como nos Estados Unidos, a participação da sociedade no sistema educacional se amplia e com ela, a necessidade de ampliação do direito à educação das camadas sociais antes excluídas (trabalhadores, etnias, sexo feminino etc.) do sistema.

No entanto, o aspecto mais relevante para a escolha específica destes dois projetos, é que o momento histórico particular do qual eram parte foi determinado por múltiplas tensões, as quais indicavam fissuras nos discursos culturais e científicos então dominantes. Essas fissuras que caracterizaram à época um relativismo cultural, repercutiram nas formas como as sociedades ocidentais passaram a lidar com a produção, divulgação e o ensino das ciências, bem como com a manipulação de seus produtos tecnológicos (Hobsbawm, 2005).

Os dois projetos escolhidos, de forma incompleta, embora genuína, posicionaram-se diante dessas transformações por meio de um recorte próprio da ciência, de suas práticas e tradições, de seu papel social e de suas formas de representar o mundo. Isso implicou a produção de orientações temáticas singulares, de práticas discursivas características, uma produção conceitual específica, cuja concretização em materiais e sequências didáticas estabilizadas, podem ser analisadas nos gêneros (Bakhtin, 2006) específicos do ensino de física daquele âmbito educacional. Entendemos por gênero a elaboração de certas formas típicas de enunciados – orais, escritos, imagéticos – concretos e únicos, elaborados por grupos organizados em

²É considerado um marco no movimento de inovação do ensino de ciências. O projeto de Física, mais conhecido por PSSC, foi iniciado em 1957 nos Estados Unidos e teve seu texto traduzido para o português na Universidade de São Paulo pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC) entre os anos de 1961 e 1964 (Alves Filho, 2000).

³*The Project Physics Course* - Harvard. 1963 a 1975 – NSF. National Science Foundation.

⁴*Projeto de Ensino de Física*. 1968 a 1974 IFUSP/MEC/PREMEN

⁵Moscati, na década de 70, foi um dos responsáveis pela primeira tentativa de utilizar o projeto Harvard no Brasil. Realizou seminários de divulgação do material no CECISP (Centro de Treinamento para Professores de Ciências de São Paulo), sediado na USP, junto ao FUNBEC. O projeto chegou a ser traduzido, mas não foi editado em português.

atividades específicas. Por servirem à reprodução desses grupos, esses enunciados se estabilizam na prática social e refletem as condições específicas e as finalidades dessa atividade social organizada, em suas dimensões características: o conteúdo temático, o estilo de linguagem, definidos pela seleção de recursos lexicais, fraseológicos, escolha de significados, conceitos fundamentais; e a construção composicional, definida pelas formas de disposição, organização, estruturação e integração de seus elementos constitutivos.

A perspectiva metodológica bakhtiniana propõe que pensemos as distintas formas enunciativas nas condições concretas em que se realizam, entendendo a forma relativamente acabada dessas enunciações como uma totalidade enunciativa orientada para vida, como réplica, elo na corrente complexa de enunciados sociais. (Volochinov/Bakhtin, 2006).

Caracterizar essa orientação para vida é entender a forma típica de relativo acabamento e estabilização que essas construções enunciativas adquirem, como gêneros, em determinadas atividades humanas para organização dos discursos no processo de produção e reprodução dessas atividades. (Bakhtin, 2006).

O gênero é uma totalidade enunciativa (Medviédev, 2010) que reflete as condições realização e finalidades de cada atividade socialmente organizada, por meio de seu conteúdo temático, construção composicional e estilo de linguagem. Ou seja, o estabelecimento de um gênero implica a emergência de um repertório comunicacional determinado, expresso pela seleção de temas próprios, recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais característicos, formas de composição e combinação desses recursos, formas de apresentação que caracterizam os grupos socialmente organizados.

Cada gênero é capaz de dominar somente determinados aspectos da realidade, ele possui certos princípios de seleção, determinadas formas de visão e compreensão dessa realidade, certos graus na extensão de sua apreensão e na profundidade de penetração nela. (Medviédev, 2010, p. 196)

A caracterização do gênero, nessa perspectiva de análise da relação interna e temática com a realidade e sua formação, permite-nos caracterizar certos enquadramentos, meios próprios de visão e compreensão da realidade, que são acessíveis somente a ele e que demarcam possibilidades apreciativas do mundo.

São formas do enunciado, e não da língua, que desempenham o papel essencial na tomada de consciência e na compreensão da realidade. (Medviédev, 2010, p. 198)

Aqui, analisamos a relação entre esferas dominantes (a que pertencem os interlocutores) e réplica social (como os fragmentos enunciativos expressam réplicas). Pretendemos explicitar certos enquadramentos operados pela composição, tema e estilo nos fragmentos enunciativos analisados.

Abordaremos os fragmentos enunciativos a partir da perspectiva do gênero em seus aspectos composicionais, temáticos e estilísticos, um sumário das categorias pode ser visto na tabela 1:

Tabela 1 – Quadro com sumário das categorias

Categoria	Descrição
Estrutura composicional	Hierarquia de temas e conteúdos, ordem, organização, sistematização de conteúdos. Como se compõe, organiza e combinam os enunciados.
Conteúdo temático	Assunto da vida, da atividade social, sobre o qual se discorre, conceitos abordados, fundamentos teóricos.
Estilo	Recursos fraseológicos, lexicais e gramaticais. Forma de apresentação.

No recorte que propomos, analisaremos as partes dos projetos que se referem ao eletromagnetismo. Esta é a área da física clássica mais jovem em sua consolidação e a mais próxima da física moderna em seu desenvolvimento histórico (Guisasola, Almudí, & Furió, 2005). O uso tecnológico da energia eletromagnética, ao lado do uso dos combustíveis fósseis, proporcionou a segunda grande revolução industrial definindo, em grande escala, a face urbano-industrial da vida moderna (Mokyr, 1998). Suas aplicações determinaram muito fortemente o valor que se atribui à ciência por seus produtos tecnológicos. Dentro do Eletromagnetismo abordaremos, comparativamente, dois temas principais:

(i) O modelo de *corrente elétrica*, que teve um longo percurso histórico e que, nesta trajetória, tomou emprestado, de forma analógica, conceitos de outros ramos da física clássica como, por exemplo, a hidrostática e a mecânica (Silva, 2007) até firmar-se no quadro da teoria atômica, tanto pela quantização da carga com da própria noção de elétron.

(ii) O modelo de *campo elétrico e magnético*, conceito fundamental para a física, pois permitiu a representação matemática da ação a distância, ampliando consideravelmente a capacidade de explicação e previsão de fenômenos, bem como permitiu a unificação de teorias.

Esses dois assuntos tratam de conceitos pilares do eletromagnetismo e compreender a forma como são abordados nos projetos de ensino revela muito sobre a concepção de ciência, de realidade, de verdade que possuem aqueles que produziram o discurso em questão (Guisasola et al., 2005).

PANORAMA HISTÓRICO E SEU REFLEXO NOS PROJETOS

Começamos nossa análise pela caracterização do panorama histórico do século XX e dos contextos sociais em que esses projetos emergiram. Em sua obra *A Era dos Extremos*, o historiador Eric Hobsbawm (2005) caracterizou o século passado como o “breve século XX” em função dos rearranjos de poder estabelecidos pela Primeira Guerra Mundial (1914) e seu esfacelamento ao final da década de 1920 com a desestruturação do jogo de poder da Guerra Fria. O período posterior à segunda guerra mundial se caracterizou pela busca de melhores condições de vida das sociedades abaladas com as destruições dos processos produtivos anteriores a peleja. Assim, os países capitalistas, no rearranjo de poder das relações internacionais, tiveram um crescimento econômico vertiginoso, uma verdadeira época de ouro, cujas consequências mais evidentes foram o crescimento populacional exponencial, a expansão urbana, ampliação de empregos, novas tecnologias de produção agrícola e energética – começa uma era da produção e consumo em massa.

As contradições históricas se estabelecem na expansão do poder do capital, seja no estabelecimento e na manutenção da Guerra Fria, seja nas suas pequenas guerras bilaterais estabelecidas com países de pequeno porte pelos então representantes dos polos de poder EUA e URSS. Contradições que se acirraram política e economicamente ao longo da década de sessenta, quando se observa, na cena social, o afloramento de uma série de novos grupos buscando poder político e econômico, como as mulheres, os estudantes, as minorias étnicas entre outros. Com eles várias demandas sociais (e.g. direito à educação), econômicas (e.g. inserção no mercado de trabalho) e políticas (e.g. direito a voto) se intensificam e passam a configurar um cenário fértil para, num intenso debate social, o estabelecimento de um novo jogo de forças e suas consequentes rearranjo de classes sociais. As novas configurações sociais permitem o afloramento de novos valores que tornarão mais complexos os sentidos das palavras educação, progresso, liberdade, autonomia etc., mas é ao longo da década de oitenta que se evidencia o final de uma era de competição pelo poder, cujo ícone máximo foi a queda do muro de Berlim. Este momento estava sustentado por um intenso debate sobre o sentido de democracia (Hobsbawm, 2005).

Por outro lado, a segunda guerra mostra que a ciência, longe do romantismo acadêmico, era um instrumento de poder sem igual. As operações *Paperclip* (Hunt, 1991; Jacobsen, 2014) e *Osoaviakhim* (Riehl & Seitz, 1996) revelam a busca e repatriação de cientistas e engenheiros alemães respectivamente para os Estados Unidos e União Soviética (Neufeld, 2013). Talvez, um dos mais famosos repatriados foi o engenheiro Wernher von Braun, criador dos, também famosos, mísseis V2 que devastaram Londres em meados da Segunda Grande Guerra. Von Braun é um ícone da era de ouro vivida no pós-guerra, coordenou equipes de cientistas na produção de mísseis balísticos nucleares (Stuhlinger, Ordway, McCall, & Bucher, 1962) e se tornou um dos principais mentores e garoto propaganda do programa espacial americano desenvolvidos pela agência espacial estadunidense (Stuhlinger & Ordway, 1996).

A polarização político-econômica vivida nas décadas de 50 e 60 se concretizou de diferentes formas nas nações diretamente envolvidas nas lutas de poder. Interessa-nos aqui olhar o campo educacional nas suas relações com o campo político e econômico, de modo a compreender, na cadeia das atividades educacionais, o sentido dos projetos elencados na totalidade das relações daquele momento histórico.

No âmbito educacional, particularmente na educação científica, houve uma grande transformação em função da mudança do sentido do conhecimento científico. Este não mais pertencia aos gênios isolados e seus grupos universitários, mas se tornava o sustentáculo do sistema produtivo de mercadorias do bem viver de uma sociedade pós-guerra (eletrodomésticos, automóveis, medicamentos etc.), mas também apoio central da manutenção de poder político (armas de modo geral, sistemas de informação e espionagem, tecnologias espaciais etc.). Assim, a implementação de ações que sustentassem as posições política e econômica das nações capitalistas no enfrentamento ao poder socialista se estabeleceram de várias formas, desde a ampliação e estabilização de uma indústria da guerra até o estabelecimento de incentivos para a

implementação de educação científica que permitisse a produção de mão de obra especializada para a produção de conhecimento com aquele fim.

É no bojo de um domínio conservador da política americana (Hartman, 2008) que são organizadas, nos Estados Unidos, as comissões que produziram os projetos de ensino de Física (PSSC⁶), Química (CBA⁷), Biologia (BSCS⁸) e Matemática (MSG⁹). Mas apenas com sucesso russo no lançamento de satélites com sistemas de comunicação (Sputnik) e seres vivos¹⁰ (Sputnik 2), que o aporte financeiro veio em definitivo (Lagemann, 2002). Além disso, uma ação de propaganda para obtenção do apoio popular a uma implementação de uma política de guerra e suas conseqüentes transformações na produção estadunidense, passa pelo estabelecimento de uma relação entre o lançamento de satélites e a iminência de um ataque soviético por meio de mísseis (Barnett, 2013). Frente a necessidade de formação de quadros científico-tecnológicos, a ciência e seu ensino passam a ser prioridade educacional.

Dessa forma, a expansão da educação científica, por meio dos projetos, deu ares de que sua produção indicava a incorporação de um ideal democrático, e com ele a própria democratização da ciência (Rudolph, 2002; Simon, 2013). A ideia de uma ciência voltada para o homem comum, que deveria vivenciar o método científico e conviver com seus produtos, tecnologias e tudo que o avanço científico põe à disposição da vida moderna (Krasilchik, 1987).

Segundo Hobsbawm (2005), em fins dos anos 60, os grandes movimentos de contracultura e resistência política, disseminados principalmente entre a população jovem, começam a desenvolver formas de rejeição a essa ordenação histórica, que começava a dar sinais de desaceleração econômica, desgaste institucional, e, portanto, intensificava ações de controle e intervenção social, refletidas no âmbito educacional. O caráter diverso dessas rejeições foi tratado basicamente de duas maneiras pelas estruturas de poder que buscavam assimilá-las: ou operavam pela via da ampliação dos direitos sociais, bem como pelo seu direcionamento no jogo democrático, ou pelo seu cerceamento e controle rigoroso pelos aparatos de poder.

Na década de setenta o fenômeno de ensino de massa trouxe consigo um novo ator social, o estudante, cuja ação pressiona por uma ampliação dos direitos sociais. Sua força política amalgamou discursos por melhorias sociais em diversos níveis. Progressivamente, essa participação democrática leva a se refletir sobre a importância da educação para o desenvolvimento dos indivíduos, independentemente do papel profissional que desenvolverá na sociedade. Este aspecto sensibilizou o mundo como um todo, o que promoveu um ambiente de pressão da sociedade civil por reformas curriculares de ampliação e inclusão social (Heckert, 2004).

No Brasil, em meados de 1968, houve movimentos estudantis por maior número de vagas no ensino superior, o que resultou numa expansão considerável da rede privada de ensino superior. Por outro lado, “as escolas primárias e secundárias, também por pressão popular, sofriam um processo de crescimento, deixando de ser um espaço limitado aos poucos privilegiados que viriam, mais tarde, ingressar na universidade” (Krasilchik, 1987, p. 17).

No entanto, no contexto ideológico bipolarizado de então, a especificidade do jogo político da América Latina, acabou por vincular a educação às estratégias de repressão dos governos ditatoriais latino-americanos. “Com a reestruturação política do país em 1964, o sistema educacional brasileiro passou por uma nova transformação. O regime militar tencionava modernizar e desenvolver o país” (Krasilchik, 1987, p. 16), assim é possível identificar, no contexto pós-68 que as estratégias de controle social e desenvolvimento econômico apontavam enfaticamente para uma educação, cuja intenção de qualificar a mão de obra se cristaliza em 1971 na lei de Diretrizes e Bases da Educação (Ricardo & Zylbersztajn, 2008).

Por outro lado, nesta época, a sociedade americana vivenciava uma longa e contínua experiência democrática, estando no auge de um ciclo econômico de crescimento. Isto permitia canalizar seus esforços políticos para a gestão dos conflitos emersos ao longo da Guerra Fria. Para isso, tinham de dar respostas a uma diversidade de interesses culturais e questionamentos sociais muito diferentes. Ao mesmo tempo em que pretendiam alavancar, ainda mais, o boom tecnológico do pós-guerra, precisavam lidar com a resistência cada vez maior dos vários setores sociais com relação à ciência, à tecnologia e seus impactos ambientais, bem como seu emprego para fins militares. Na década de 1970, não se podia mais divorciar a pesquisa das conseqüências sociais das tecnologias que ela agora, e quase imediatamente, gerava (Hobsbawm, 2005).

⁶Physical Science Study Committee.

⁷Chemical Bond Approach.

⁸Biological Science Curriculum Studies.

⁹Science Mathematics Study Group.

¹⁰A cadela Laika foi lançada no Sputnik 2.

Nas décadas seguintes surgem polêmicas cada vez mais acirradas como aquela da relação entre a produção de gases clorofluorcarbonetos (CFC) e o buraco na camada de ozônio ou mesmo a polêmica da existência do efeito estufa. Assim, os temas relativos as transformações da Terra passam a ser de interesse nos processos educacionais, à medida que passam a ser objetivos formativos (Krasilchik, 1987).

No cenário norte-americano, epicentro de uma revolução cultural marcada pelo movimento jovem, pelo movimento negro, pelo feminismo, pela rejeição à guerra, o problema que se impunha era assimilação, pela democracia de mercado, desses grupos heterogêneos que rejeitavam amplamente as formas tradicionais de reprodução social.

Enquanto vivia essa efervescência interna, no contexto internacional os EUA adotavam uma outra política para os países na sua esfera de influência. Por exemplo, no Brasil, o USAID (agência estadunidense para o desenvolvimento internacional) expressa o papel de supervisor da política econômica brasileira, uma espécie de FMI unilateral, em que se transformou o governo dos Estados Unidos. Ao longo dos anos 60, houve um crescente estabelecimento de contratos em todas as esferas econômicas, entre as quais ressaltamos, na educação, ações para construção de escolas e para a produção de livros didáticos. Essa ação conjugada de investimento, visava formação de quadros e trabalhadores especializados para o tipo de crescimento industrial que caracterizava esse momento do desenvolvimento econômico brasileiro.

Necessidade social sobre educação: no início dos anos 60, pouco antes de Goulart assumir.

O sistema educacional era um pouco melhor. A instrução primária e secundária era atribuída aos municípios e estados, mas menos de 10 por cento dos alunos matriculados no primeiro grau concluíam o curso primário, e apenas 15 por cento dos estudantes secundários conseguiam ir até o fim do curso. As causas incluíam recursos inadequados para contratar professores e construir escolas, indiferença dos pais, falta de dinheiro para pagar uniformes escolares, pressão dos pais para que os filhos trabalhassem e muitas outras. Na maior parte das cidades, as melhores escolas secundárias eram particulares e atendiam aos filhos dos ricos que levavam enorme vantagem nos exames de admissão às universidades federais gratuitas. Não causava surpresa o fato de as universidades serem frequentadas em sua maioria por filhos de gente bem de vida. Com mais da metade das verbas para educação canalizadas para as universidades federais, o governo na realidade trabalhava contra a ascensão social via educação. O sistema educacional não somente deixava de cumprir as metas mínimas de alfabetização para o povo em geral, mas também não procurava preparar a força de trabalho qualificada que a industrialização reclamava. (Skidmore, 1988, p. 32)

No final da década de 60, esse quadro restritivo estava bem agravado e a mobilização estudantil clamava por vagas. Em 1968, grande parte das manifestações era engrossada por alunos de classe média do curso secundário, prestes a enfrentar o fantasma do vestibular.

A resistência de grupos de cunho nacionalista às medidas propostas pelo USAID, em conjunto com o ministério da Educação (daí o rótulo MEC-USAID), que acusavam o governo de atrelar a educação ao modelo econômico de implantado em 64 e aos interesses imperialistas, tornavam o ambiente político explosivo e a repressão a esses movimentos uma palavra de ordem. A vigência dos projetos MEC-USAID expiraria em 1968 e este ano foi marcado intensas manifestações estudantis. Com o término do projeto, foi mais fácil para governo Costa e Silva, ainda preocupado com a opinião pública, promover as reformas numa perspectiva continuísta.

Brasil: da ditadura à democratização

No Brasil, diferentemente dos Estados Unidos, a efervescência social, cultural e política estava estrangulada pelo binômio crescimento econômico e ditadura. Desde o golpe de 64, a repressão política vinha apertando o cerco aos grupos de oposição ao regime. Apesar do surto de prosperidade econômica e da possibilidade de um retorno da vida democrática, o Brasil ainda viveria um longo período de silenciamento (Heckert, 2004).

O governo de Emílio Garrastazu Médici (1969-1974) se desenvolvia em um contexto mais sombrio que seus antecessores, pois as crescentes movimentações populares exigiam um aumento das forças de repressão, solução de consenso entre os militares. Porém, ao mesmo tempo, uma euforia social emergia com os resultados do chamado *milagre econômico*. Segundo Skidmore (1988, p. 215) “juntamente com o porrete oferecia-se a cenoura. O rápido desenvolvimento econômico levou ao paraíso os brasileiros situados no

vértice da pirâmide salarial – os profissionais, os tecnocratas, os administradores de empresa”. Criava-se um ambiente propício para valorizar a formação dos quadros técnicos na educação¹¹ e os investimentos crescentes na educação, à época, refletem isso, como as universidades federais que embora sobre vigilância política rigorosa “receberam verbas recorde” (ibidem).

Com isso, o governo Médici conseguiu envolver diferentes setores sociais da população, especialmente os jovens que formaram a oposição ao regime no governo anterior. Outros setores permaneciam em uma situação ambivalente, sensibilizados por seus ganhos materiais, mas assustados com a repressão e o controle que os atingiam.

A penetração maciça de capital estrangeiro no Brasil e a montagem de fábricas, que fez do modelo de desenvolvimento brasileiro o paraíso das multinacionais, ao lado da oferta de empréstimos internacionais, de fato contribuíram para essa atmosfera de progresso econômico pelo menos até meados da década de 1970 (Sodré, 1984). Essa expansão econômica foi marcada pelo acentuado desenvolvimento do setor industrial, principalmente das indústrias química, eletrônica e automobilística. No plano educacional, acentuou-se o vínculo entre educação e desenvolvimento: “A escola deve servir agora não mais à formação do futuro cientista ou profissional liberal, mas principalmente ao trabalhador, peça essencial para responder às demandas do desenvolvimento” (Krasilchik, 1987, p. 18).

Humberto Grade, diretor da FNME – Fundação Nacional de Material Escolar, no prefácio do Projeto de Ensino de Física (PEF) afirma: “O Brasil, para garantir a marcha acelerada de seu desenvolvimento, necessita muito do trabalho de nossos físicos (...) Isto significa que não queremos apenas *diletantes do assunto*, mas sim *especialistas da matéria*, capazes de estar à altura da evolução científica da física moderna” (Hamburger & Moscati, 1971b, p. 2 – grifo nosso). É curioso como este enunciado expressa a propaganda feita pelo governo Médici, na qual se mostrava um Brasil que se transformava rapidamente em potência mundial e, por isso, não poderia ser parado por negativistas, terroristas e outras pessoas despreparadas para sustentar este processo, daí a necessidade da intensa vigilância e intervenção do Estado (Sodré, 1984).

Elaborado e concebido durante o período do governo de Médici e publicado no governo Geisel, o Projeto de Ensino de Física está dentro da orientação para a formação de quadros de sustentação do progresso. Porém, nos meandros de seu discurso, o PEF traz elementos que contemplam os ideais de abertura política e valorização da diversidade social e cultural, com a valorização da ação participativa e da autonomia do aluno no aprendizado. É justamente nestas tensões que se encontravam diluídas no tecido cultural é que podemos apontar a relação desses projetos educacionais com a dinâmica social.

Nas orientações ao estudante, os autores frisam que o curso foi desenvolvido para que os alunos possam aprender a física de um modo ativo que, neste projeto, significa um aluno investigativo e participativo. O professor deve organizar atividades e propiciar um ambiente para que o aluno descubra e relacione os conhecimentos, não deve simplesmente discorrer sobre os assuntos. “Ativo”, aqui, reveste-se de um caráter principalmente experimentalista, na medida em que o aluno deve manipular os objetos científicos contidos nos kits, medir, estabelecer hipóteses e testá-las. No entanto, está carregada, também, pela valorização de uma atitude individualista na educação que se expressa sob a falsa aparência de autonomia do aluno, uma vez que o aluno, isoladamente, deve seguir os procedimentos passo a passo do livro para verificar sua aprendizagem.

CARACTERÍSTICAS GERAIS: OBJETIVOS E PROPOSTAS DOS PROJETOS

Para melhor compreender os projetos, do ponto de vista de seu conteúdo temático, sua construção composicional e seu estilo, exporemos, de forma comparativa, algumas das características gerais de cada um, como ênfases e conteúdos programáticos. Em seguida, procederemos com análise discursiva de fragmentos enunciativos característicos de cada obra, relativos aos temas elencados.

Projeto Física – Harvard

(...) a revolução cultural ocidental das décadas de 1960 e 1970 produziu um forte ataque neorromântico e irracionalista à visão científica do mundo, que podia passar prontamente de um tom radical para um tom reacionário (Hobsbawm, 2005, p. 534).

Na década de 1960 Thomas Kuhn (2005) introduz os conceitos de paradigma da ciência e de crise paradigmática e, na década de 1970, Feyerabend (2007) propõe o anarquismo epistemológico. Ambos

¹¹Da mesma forma que o PSSC na década de 60 o PEF também se reveste deste caráter de formador de quadros, capazes de dar conta do progresso científico em um contexto desenvolvimento nacional.

autores representam um veio da história da ciência que expressava de alguma forma o caldo cultural dessas décadas, o questionamento aos discursos universais e totalizantes são um contraponto à noção popperiana de ciência como empreendimento racional, linear e cumulativo que sustentava a noção de ciência ao longo da década de 50. Aqui se revela mais um movimento de transição não só da educação, mas da forma de vermos a ciência, travava-se um intenso debate no reconhecimento de que a ciência não é um discurso neutro e, portanto, deve ser percebida como um discurso social que atende a interesses de certas classes dentro da sociedade.

É importante ressaltar que mesmo com a propaganda pós-Sputnik e o grande investimento feito nos projetos de ensino, nos Estados Unidos, a quantidade de alunos que optava por disciplinas científicas, em especial a física, caía intensamente e havia uma preocupação dos gestores educacionais comprometidos com a formação de quadros que garantissem a continuidade do crescimento tecnológico/econômico.

Mas por várias razões, ele [o curso PSSC de responsabilidade de Jerrold Zacharias do MIT] atraiu, em torno, de somente 4% de dois e meio milhões de estudantes do último ano do ensino médio, e a fração total que tomou cursos de física era menor que 20% e estava diminuindo (Holton, 2003, p. 780).

Holton (2003) aponta que em 1960 menos de 20% dos estudantes prestes a entrar no ensino superior optavam por física e em 1970 menos de 16%. Holton, justificando a necessidade do Projeto Física – Harvard, apresenta a evolução das opções de estudantes do ensino médio por carreiras científicas por meio de um gráfico (Holton, 1976, p. 331) onde mostra a fração relativa de estudantes do ensino médio, tomando os grupos por escolha de carreiras científicas. Note a queda acentuada das disciplinas de física, química e biologia na década de 60 e crescimento das disciplinas de ciências sociais.

Na perspectiva de dar conta do público estudante que não só não se interessava por física, mas que crescia no interesse pelas ciências sociais, o Projeto Física – Harvard apresentou novas soluções de ensino, não só por incluir material diversificado como já o havia feito o PSSC, mas ao utilizar a história da ciência como eixo de ensino das teorias da física. Assim, introduz a descoberta e trata o erro como forma de avanço da ciência, além de manifestar preocupação com uma aprendizagem integrada e significativa dos conteúdos da física. Na maior parte do texto, a história é apresentada como um embate de ideias no contexto de uma época, evidenciando que os idealizadores do projeto acreditavam que a abordagem historicamente contextualizada era fundamental, não apenas como uma alegoria do texto, mas como conteúdo próprio da física a ser aprendida.

O texto do projeto Harvard embora revelando a riqueza dos embates históricos das teorias científicas, não deixa de salientar que, de onde quer que o cientista retire sua explicação para um fenômeno ou conjunto de fenômenos, ele não deve abrir mão da experimentação. Aliás, as experiências sugeridas no fim de cada capítulo e a diversidade de kits revelam o valor atribuído à atividade experimental. Ainda assim, as experiências procuram revestir-se menos de um caráter de tomada e tratamento de dados e mais de uma exploração divertida dos fenômenos, como por exemplo a experiência de pular corda usando um fio metálico para gerar corrente com o campo magnético da Terra (Holton et al., 1980c, p. 179).

A tradução para o português pela Fundação Calouste Gulbenkian foi justificada pelo que os coordenadores da tradução pela “consciência ... do divórcio existente entre Portugal e os demais países em matéria de ensino de física” (Holton et al., 1980a, p. VIII). Apesar do projeto original em inglês estar disponível em sua totalidade para consulta, foi a tradução portuguesa que permitiu, à época, o contato inicial de professores brasileiros com o material.

Projeto de Ensino de Física – USP

No Brasil, por outro lado, movimentos pontuais no desenvolvimento do ensino de ciências podem ser identificados desde o final da década 1940. Em 1946, “paralelamente à promulgação da Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, o ensino primário, o ensino normal e o ensino agrícola são normatizados através de leis orgânicas e é criado o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC)” (Nardi, 2005) e inaugura-se o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que é considerado um dos principais marcos na constituição e institucionalização da área de ensino de ciências no Brasil¹².

Após, quase um século de utilização de livros didáticos europeus no ensino de ciências (Barra & Lorenz, 1986; Nicioli Junior & Mattos, 2006, 2008, 2012) o surgimento de projetos de ensino importados para

¹²Além do IBECC, posteriormente, surgem a Fundação para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) e o Projeto Nacional para a Melhoria de Ensino de Ciências (PREMEN), outros dois marcos para o desenvolvimento do movimento de transformações curriculares ocorrido no Brasil entre os anos de 1950 e 1980 (Barra & Lorenz, 1986).

o Brasil ajuda a revitalizar as reflexões curriculares (Nardi, 2005). É na década de 1960 que se amplia o apoio político e financeiro para as primeiras instituições brasileiras que se dedicam ao ensino de ciências, como é o exemplo da subvenção dada pela Fundação Ford ao IBECC para produção de kits para o “treinamento de professores de ciências e a distribuição de materiais didáticos elaborados nos Estados Unidos” (Maybury, 1975, p. 31). Mas após um período de reprodução e adaptação desses materiais didáticos estrangeiros, já dentro de uma propaganda ufanista do governo brasileiro, começa um esforço de produção materiais nacionais diferenciados para o ensino de física.

Assim, em meados de 1970 no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, um “grupo de professores secundários e universitários” começou a desenvolver o “Projeto de Ensino de Física” (Violin, 1976, p. 2). Sua perspectiva era a de se adaptar as condições particulares das escolas secundárias brasileiras. A partir de 1971, versões preliminares dos textos e protótipos de experimentos foram desenvolvidas para serem utilizados em torno de vinte escolas da cidade de São Paulo. Os resultados desse piloto foram obtidos por meio de observações realizadas pelos professores envolvidos no projeto, como objetivo de realizar melhorias no texto e experimentos que constituiriam a versão final a ser distribuídas no sistema escolar mais amplo (Bittencourt, 1977; Pacca, 1976; Violin, 1976).

Em consonância com este movimento, um ano após a edição da lei 5692/1961, que redefiniu o ensino secundário, foi lançado pelo Governo Federal o Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências, cujo objetivo era apoiar e suprir as demandas por novos materiais didáticos e novas metodologias de ensino de ciências (Barra & Lorenz, 1986; Nicioli Junior & Mattos, 2008, 2012). Foram criados convênios com a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME) e o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN), cujos financiamento alavancaram o projeto já em andamento. Assim, a partir dos resultados obtidos com a experiência da aplicação piloto, baseadas praticamente nas observações feitas pelos professores envolvidos, foi realizada uma completa revisão do sistema. Ao texto reescrito foram acrescentados exercícios, leituras suplementares e material experimental, o qual foi editado pela FENAME e colocada à venda para uso no sistema escolar a partir de 1974 (Violin, 1976). Embora tenha tido algumas respostas positivas, o PEF entrou em declínio, em parte, devido a diversos problemas encontrados que envolviam a “ineficiente distribuição do material, a qualidade do material experimental e a dificuldade de obtenção dos guias do professor” (Gaspar, 2005, p. 76).

Eletromagnetismo

O módulo “Luz e Eletromagnetismo” do PFH apresenta de forma integrada os temas da óptica, eletricidade e do magnetismo, conectados pela história da ciência. Por meio de um estilo predominantemente narrativo, os temas vão sendo apresentados à medida que aparecem no debate científico de cada época, nas vozes dos grupos científicos que se debruçaram sobre os fenômenos eletromagnéticos, por isso, os conceitos de fluidos elétricos, emanações, forças aparecem antes do conceito de carga elétrica e seu campo elétrico.

Assim, ao longo do texto, desenvolve-se o tema procurando explicitar como é frutífero o embate de ideias da ciência, como é conturbado o processo de construção de conceitos e teorias. Certamente, essa imagem se diferencia em muito das formas de construção composicional tradicionais, que apresentam uma sequência linear e acabada de acontecimentos e conceitos, nas quais se inicia com a apresentação dos fenômenos elétricos, depois magnéticos e, finalmente, luminosos e eletromagnéticos. Os conteúdos do PFH estão divididos em quatro capítulos conforme apresentado na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Lista de conteúdos do livro volume 4 do Projeto Física – Harvard

Capítulo 13 Luz	Discussão histórica sobre a dificuldade em se determinar as propriedades da luz estudos dos principais fenômenos (refração, difração, reflexão) e definição de sua natureza ondulatória.
Capítulo 14 Campos Elétricos e Magnéticos	Discussão sobre o significado de carga, força e campo na Física. História dos ímãs, fluido elétrico e corrente elétrica, resistência, lâmpada, potência e dissipação. Ímãs e suas interações.
Capítulo 15 Faraday e a era da eletricidade	Lâmpadas, circuitos, CA, CC, os dispositivos do eletromagnetismo (motor, dínamo, eletroímã).
Capítulo 16 A radiação eletromagnética	Propagação de ondas e o espectro eletromagnético, leis de Maxwell, espectro e radar.

Essa forma de composição diferencia-se por expor de maneira conectada temas que aparecem separados na estrutura típica de livros didáticos brasileiros. Por exemplo, costuma-se apresentar primeiro o conceito de carga elétrica, depois o de campo elétrico, corrente elétrica e circuito elétricos. Somente quando se conclui este vasto tema dos fenômenos elétricos é que se passa a estudar o ímã, o campo magnético e os fenômenos magnéticos. Nessa estrutura composicional, somente ao final apresentam-se as interações eletromagnéticas como um fenômeno unificado. Apesar de se observar efeitos de atração e repulsão nesses dois fenômenos, eletricidade e magnetismo, eles são apresentados como naturezas diferentes, no entanto, no PFH procura-se mostrar que sempre houve tentativas, por parte dos cientistas, de relacioná-los. Para isso, apresenta-as no contexto de sua evolução histórica e social, mostrando-nos as tentativas experimentais e explicativas de Benjamin Franklin, os relatos de marinheiros sobre o comportamento bússolas em tempestades, interpretados por Hans Christian Ørsted, entre outras ricas interações para constituição desse conceito da ciência. Sua estrutura composicional apresenta os embates teóricos por meio de um fluxo evolutivo dos conceitos que culmina nas formas elaboradas e acabadas do eletromagnetismo do século XIX. Com isso, explicita-se as marcas dessa evolução em suas formulações finais, por exemplo, o conceito estabilizado de corrente elétrica, carrega a marca das elaborações iniciais da mecânica que procuravam caracterizar o fenômeno como o fluir de um fluido pelos fios elétrico.

O PEF, por outro lado, organiza os conteúdos em dois livros, aquele intitulado “Eletricidade” (livro 2), onde são tratados os conceitos de carga elétrica, do campo elétrico, potencial elétrico e efeitos resistivos; e o intitulado de “Eletromagnetismo” (livro 3), no qual são tratados os conceitos de ímãs, campo magnético, corrente elétrica, indução e aplicações tecnológicas (motor, transformador, dínamo). É possível perceber, quanto à construção composicional, uma proximidade maior dessa sequência de conteúdos com aquelas tradicionalmente apresentadas nos livros didáticos de física do ensino médio e superior desde a década de 70, como mencionamos acima.

Os capítulos, em sua maioria, com um estilo predominantemente descritivo, estão organizados, em sua estrutura composicional, por meio de atividades experimentais completas para que o aluno observe e constate as relações teóricas apresentadas. Ao longo do texto, ele recebe instruções, passo a passo, que direcionam sua observação nos experimentos e na tomada de medidas, na montagem e manipulação de aparatos experimentais. Os conteúdos do PEF estão divididos conforme as tabelas 3 e 4 a seguir:

Tabela 3 – Lista de conteúdos do fascículo de Eletricidade do Projeto de Ensino Física

Capítulo 01	Cargas e estrutura da matéria: modelo atômico, elétrons, eletrização, condutores e isolantes.
Capítulo 02	Campo elétrico: campo em corpos carregados, placas carregadas e pilhas.
Capítulo 03	Potencial elétrico: energia potencial, diferença de potencial, elétrons num campo elétrico, medição de potencial.
Capítulo 04	Corrente elétrica: campo num fio condutor, unidade de corrente, CC e CA.
Capítulo 05	Resistência elétrica: resistência, medida de resistência, condutores ôhmicos e não-ôhmicos.
Capítulo 06	Resistência e resistividade: comprimento, espessura de um fio condutor, materiais e resistividade.
Capítulo 07	Condução nos sólidos: resistor NTC, resistência e temperatura, resistor LDR, resistência e iluminação.
Capítulo 08	Efeito Joule: dissipação, energia térmica e potência, dispositivos resistivos (fusível, chuveiro elétrico).
Capítulo 09	Circuitos elétricos: circuitos em série e paralelo, medições de V e i.

Tabela 4 – Lista de conteúdos do fascículo de Eletromagnetismo do Projeto de Ensino Física.

Capítulo 01	Eletricidade e ímãs: interação entre ímãs. Interação entre corrente elétrica e ímã, solenoide.
Capítulo 02	Estrutura dos ímãs: propriedades magnéticas dos átomos, ímãs e eletroímãs.
Capítulo 03	Campo magnético: linhas de campo e campos produzidos por correntes.
Capítulo 04	Correntes em campos magnéticos: força magnética e interação magnética entre condutores.
Capítulo 05	Indução eletromagnética: variação de fluxo magnético e corrente induzida.
Capítulo 06	Aplicações do eletromagnetismo: motor elétrico, medidor de corrente e transformador. Estação elétrica.

Apesar de abordar os mesmos temas, podemos observar em sua construção composicional uma fragmentação muito maior entre os conteúdos elétricos e magnéticos, apresentando o modelo de carga como um pressuposto organizador do tema e não como resultado final de um processo de evolução conceitual. Percebe-se também uma organização linear dos fenômenos experimentais: primeiro os fenômenos da eletrostática, depois os da eletrodinâmica e finalmente os do eletromagnetismo.

É importante ressaltar que para o PEF, o livro texto é ferramenta central no trabalho do professor e do aluno. O aluno é obrigado a seguir sequencialmente sua leitura para realizar as atividades, pois enquanto realiza as experiências determinadas, observando e procedendo com a tomada de dados, deve preencher passo a passo os questionários de verificação, discutir os dados obtidos construindo e confirmando as relações teóricas. Seguir o material é então indispensável. Isso se torna evidente com as orientações na forma de perguntas: “E agora, que valor você encontrou para a corrente?” (Hamburger & Moscati, 1974, p. 6 – livro 1/cap. 4) ou “O que acontece com o brilho da lâmpada?” (Hamburger & Moscati, 1974, p. 13 – livro 1/cap. 2); e comandos: “Inverta a posição de uma das quatro pilhas...” (ibidem).

Embora haja capítulos que dediquem boa parte de suas introduções à história das descobertas, a aspectos da vida de cientistas e curiosidades científicas, à construção de modelos e à evolução de um conceito – como são os capítulos 01 (Eletricidade e Ímãs) e 02 (Estrutura dos ímãs), seu desenvolvimento centra-se na observação de um fenômeno experimental e manipulação de um aparato. Nos demais capítulos, desde a introdução, a ênfase é eminentemente experimental. Isso torna necessário conjuntos de ações de diferentes naturezas, como manipulação de aparatos, preencher gráficos e tabelas com os resultados das experiências realizadas e elaborar textos avaliando os resultados obtidos para seguir adiante no curso proposto. Os capítulos mais teóricos cumprem a função de introduzir o modelo explicativo que será estudado nos capítulos posteriores. Como o próprio livro recomenda, fica a cargo do estudante ler os textos apresentados ao final de alguns capítulos, chamados de “leituras complementares”, os quais discutem aspectos históricos e aplicações tecnológicas do conteúdo trabalhado.

No PFH, entretanto, o livro texto é apenas mais uma das diversas ferramentas a serviço do ensino aprendizagem. O professor pode utilizá-lo como leitura complementar, ou mesmo prescindir dele. No próprio livro, diversas vezes aparecem comentários do tipo:

“Neste capítulo trataremos em primeiro lugar das cargas elétricas e das forças que se estabelecem entre elas. Esta análise será breve porque a melhor maneira de aprender este assunto não é lendo, mas fazendo experiências no laboratório (ver experiência 4-3 do Manual)” (Holton et al., 1980c, p. 31 – cap. 4)

Como alternativa ao livro texto, o professor pode utilizar o livro de experiências, o caderno de artigos (com textos originais de Einstein, Bohr entre outros importantes nomes da física), os manuais passo a passo de questões para ao aluno preencher e os filmes em loop. Embora o livro texto ajude a costurar todos esses recursos, ele não é o objeto central no projeto e, em tese, o professor goza de liberdade para adaptá-los em seu curso, como o próprio livro sugere nos objetivos em seu prefácio:

“4 – Tornar possível aos professores a adaptação do curso aos interesses e capacidades variados de seus alunos” (Holton et al., 1980b, p. X – cap. 14)

Como vemos, o valor dado à experimentação está presente nos dois projetos, como já afirmamos, uma herança da ênfase experimental inicialmente explicitada pelo PSSC. Mesmo assim, estes dois projetos procuraram enfatizar dimensões diferentes da ciência, delineando distintos horizontes apreciativos. Enquanto o PEF, preocupa-se com a dimensão prática e fenomênica da ciência, seus aparatos instrumentais, seus conceitos acabados e aplicáveis em seus produtos tecnológicos, o PFH procura oferecer múltiplos planos de abordagem o prático-experimental, o narrativo-histórico, o teórico. A dimensão narrativa-histórica é o nexo que procura conectar esses diversos planos de acesso ao conhecimento científico. Isso pode ser identificado no PFH, por exemplo, pela grande quantidade de espaço no livro texto dedicado à apresentação da evolução do conceito de eletricidade. Vai-se do âmbar grego ao modelo mecânico de fluídos elétricos – vítreo e resinoso – produzido no século XVIII, passando pelo fluido de Benjamim Franklin, donde vem a maior parte da moderna terminologia da eletricidade, até a quantização de carga no século XIX e os modelos atômicos. É do interior dessa narrativa que emergem as referências aos experimentos para se constatar os fenômenos mencionados, as indicações de leitura de artigos teóricos, as discussões conceituais etc. O projeto explora a diversidade de interpretações e visões de mundo que caracterizaram esse momento da ciência, como aponta o texto:

“Houve algumas polêmicas entre os defensores do modelo envolvendo um único fluído e o modelo de dois fluídos. No entanto, todos estavam de acordo em falar em termos de dois tipos de carga: a positiva (+) e a negativa (-). Foi apenas em 1890 que apareceram fatos experimentais que apoiavam convictamente qualquer dos dois modelos para a ‘carga elétrica’. Acontece que, como se veio a descobrir, havia elementos verdadeiros quer no modelo de um fluido, quer no modelo de dois fluidos. A história será contada com algum pormenor na Unidade 5. Para já, podemos dizer que existem, de facto, dois fluidos materiais diferentes. No entanto, o ‘fluido negativo’ move-se muito mais facilmente que o ‘fluido positivo’. Por isso, a maior parte dos fenômenos elétricos que temos estado a considerar, envolvem um excesso ou uma falta do ‘fluido móvel negativo’ – ou, em termos atuais, um excesso ou uma falta de electrões.” (Holton et al., 1980c, p. 36)

É possível notar nesse fragmento, que o projeto não abre mão das teorias anteriores, tão pouco as apresenta como imperfeitas ou incorretas, erros do passado. Ao contrário, já as utiliza na sua conceituação para, aos poucos, apresentar o modelo atualmente aceito. Se hoje, no eletromagnetismo, não mais utilizamos o termo fluido e o substituímos pela subpartícula atômica, o elétron, ainda assim, mantemos muito da terminologia forjada naqueles tempos, por exemplo, utilizamos o termo corrente elétrica em um fio em alusão à correnteza de um fluído que escorre pelo leito material que o suporta.

Os autores parecem estar alinhados com as ideias de Kuhn (2005) ao explorar as situações de crise paradigmática que vive a ciência quando teorias igualmente bem estruturadas competem entre si, pelo estatuto científico, revelando as tensões do jogo histórico-cultural onde se estabelece a competição. Esse jogo, rico em representações de mundo, matiza os signos científicos de múltiplos significados, revelando sua polissemia, mais ainda, revelando as formas híbridas do gênero científico que incorporam esses cruzamentos de falas, como veremos à frente com a análise de alguns fragmentos.

O PEF, por outro lado, centra-se na fundamentação do modelo dominante na ciência atual. Isto é possível de ser observado no livro introdutório de eletricidade, cargas e estrutura da matéria, onde se propõe que os resumos históricos se restrinjam a mapear a evolução das ideias na civilização ocidental até o estabelecimento do modelo dominante que norteará todas as atividades daí em diante. Nesse texto, procura-se fundamentar a construção do modelo de átomo, desde o embate das concepções materialistas e idealistas gregas, até o modelo saturniano de Bohr, com elétrons que orbitam o núcleo constituído de prótons e nêutrons. Este modelo, como os autores do projeto advertem, apesar de limitado, “descreve bem os fenômenos que serão relevantes para este curso de eletricidade” (Hamburger & Moscati, 1974, p. 8 – livro 1/cap. 1). Depois disso, não há nenhuma menção a fluídos, ou às polêmicas históricas em torno do conceito. Os outros livros se restringem a aplicação e manipulação do modelo escolhido e a precisão do uso de conceitos.

Podemos resumir alguns aspectos discutidos por meio de um comparativo dos projetos, levando em consideração as ênfases curriculares como propostas por Moreira e Axt (1986) e indicadas na tabela 5.

Tabela 5 – Quadro comparativo das ênfases curriculares.

HARVARD	PEF
<i>Ênfase na história da ciência:</i> apresentar a ciência como um empreendimento humano, passível de erros, em constante transformação e evolução.	<i>Ênfase nas explicações corretas:</i> apresentar o método científico pelo estudo de experimentos e conceitos mais aceitos, fundamentados e legitimados por especialistas.
Outros aspectos e implicações da ênfase curricular de cada projeto	
Vivenciar a descoberta como “pequenos cientistas” em que “Aprender física é fazer física” com espírito aberto.	Vivenciar o fazer científico (forma ativa): realizar medições, testes, experiências, analisar resultados e resolver problemas.
<i>Visão conectiva:</i> criar conexões entre muitos campos da física, situando-os no contexto histórico e social de sua produção.	Manipular objetos da tecnologia presentes em nossas vidas, compreender os aparatos, fenômenos e modelos da ciência.
<i>Propósito da obra:</i> Nova proposta curricular para o ensino norte-americano para alunos do <i>high school</i> e início do <i>college</i> . Motivar e atrair alunos, que talvez nunca mais terão contato com a ciência, a conhecerem a diversidade de discursos e visões de mundo que ela oferece.	<i>Propósito da Obra:</i> Criar um material de ensino de física de qualidade e acessível a alunos do que atualmente definimos como ensino médio. O material deve estimular os alunos, que talvez nunca mais manipulem a ciência na vida, a dominarem os processos e códigos da ciência.

ANÁLISE DE FRAGMENTOS DOS LIVROS-TEXTO DOS PROJETOS PEF E HARVARD

Para analisar as orientações discursivas que identificamos até aqui, vamos abordar, de forma comparativa, trechos do discurso textual sobre dois temas fundamentais do eletromagnetismo: cargas e campos. Pretendemos explicitar como usos enunciativos de um mesmo conceito revelam muitos aspectos sobre as concepções de ciência, valores e visões de mundo de quem produz e seleciona esse conhecimento, especificamente em relação a capacidade da ciência de produzir representações e modelos dos fenômenos do mundo. Analisaremos os seguintes temas: o *modelo de corrente* e o *modelo de campo elétrico e magnético*. Evidentemente, a complexidade e a grandeza dos temas transcendem os propósitos deste trabalho que analisará parte de uma sequência didática sobre o ensino do eletromagnetismo, e não a obra como um todo.

O conceito de carga

Começamos nossa análise com a introdução do PFH aos conceitos de cargas elétricas no capítulo 14:

“Já anteriormente se discutiu o comportamento do âmbar. Depois de friccionado, adquire misteriosamente a propriedade de atrair pequenos bocados de palha, cortiça, papel, cabelo etc. Até certo ponto, todos os materiais apresentam este efeito depois de friccionados, nomeadamente as varetas de vidro ou borracha rija e as tiras de plástico” (Holton et al., 1980c, p. 35)

O texto começa introduzindo o assunto de maneira bem imprecisa, por meio da observação de fenômenos aparentemente sem explicação. Utiliza o termo “misteriosamente” para descrever o curioso e estranho efeito das forças à distância, no caso, a força elétrica que somente depois será apresentada. Antes, ele descreve os efeitos de atração e repulsão que se observa nesses materiais quando friccionados. Finalmente, introduz a palavra modelo para apresentar a explicação para esses fenômenos e desfazer o mistério, fazendo a seguinte ressalva:

“Estes e muitos outros factos semelhantes, experimentalmente observáveis, podem resumir-se de uma forma sistemática se se adoptar um modelo muito simples. Enquanto se descreve um modelo a atracção e repulsão eléctricas é importante ter em mente de que este modelo não é um facto experimental que se pode observar isoladamente. O modelo corresponde a um conjunto de idéias inventadas que nos ajuda a descrever e a resumir aquilo que vemos acontecer. É fácil esquecer esta diferença muito importante entre factos observáveis experimentalmente e

explicações inventadas. Ambos são necessários, mas não são a mesma coisa! O modelo que adotaremos aqui inclui o conceito de 'carga' e três regras. (...) As três regras são: 1- existem apenas duas espécies de cargas elétricas; 2- dois objetos carregados com cargas iguais se repelem; 3- dois objetos carregados com cargas opostas se atraem" (Holton et al., 1980c, p. 35)

Essa maneira de apresentar um modelo científico, distinguindo do fato experimental, revela a preocupação em amenizar o conteúdo de realidade e de verdade absoluta, muitas vezes enfatizado nos enunciados científicos. Mais a frente, o texto ainda justifica que os símbolos "+" e "-", por representarem uma oposição, foram empregados por caracterizar suficientemente os efeitos opostos observados de atração e repulsão. Ou seja, não há nenhuma natureza negativa ou positiva nas partículas, como muitas vezes os alunos são induzidos a pensar. Há no texto uma nítida preocupação em esclarecer o significado dos termos científicos, suas aplicações e limites. A discussão histórica anterior sobre a natureza da eletricidade, o fluido elétrico ou os fluidos que representariam os fenômenos de atração e repulsão ganham aqui um acabamento e significado mais preciso.

Sobre o mesmo assunto, no projeto PEF, encontramos:

"Este é um curso no qual você terá participação ativa. Isto porque ele não é um texto pronto, que você precisa ler e aceitar o que está escrito; muito ao contrário, para seguir o curso você deverá completar o texto, escrevendo as respostas às questões e resultados de experiências. Entretanto, o curso se inicia com uma apresentação do modelo atômico da matéria, modelo este que não admite comprovação experimental direta em classe. Você deverá se familiarizar com esse modelo, cuja utilidade só se tornará mais evidente à medida que você avançar no curso. (...) Para o estudo da Eletricidade são indispensáveis certas noções mínimas a respeito da estrutura da matéria. Ou seja, para compreender algo sobre o comportamento elétrico dos corpos, devemos partir de uma análise das características das partículas elementares que compõem a matéria, bem como elas se arranjam. Explicaremos, em função dessa análise, as propriedades elétricas que observamos diretamente ou com auxílio de instrumentos" (Hamburger & Moscati, 1971a, p. 1)

Nesse texto, o projeto PEF apresenta outra caracterização de modelo científico: o modelo como uma imagem ou representação do real, de algo concreto que pode ser comprovado experimentalmente, e não um construto teórico capaz de representar e expressar diversas relações de um fenômeno expresso nas experiências. Embora na leitura complementar do livro 2 – Campo elétrico, o texto mencione as pesquisas de Benjamim Franklin com dois tipos de eletricidade, não há no texto, quaisquer referências aos modelos de fluidos, mesmo porque, isso fugiria aos propósitos didáticos do projeto – o de habilitar os estudantes a manipularem o modelo aceito. Quando trata dos sinais das cargas, depois de apresentar os debates dos cientistas no século XIX sobre os diversos modelos atômicos, diz o seguinte:

"Nessa época, o átomo era considerado indivisível, como fizera Demócrito. Nas últimas décadas do século XIX, no entanto, tornou-se evidente que os átomos são capazes, em certas condições, de emitir e absorver radiações eletromagnéticas (...). Observou-se também que o átomo pode emitir subpartículas com carga elétrica negativa, de massa milhares de vezes menor que a dos átomos. Tais partículas foram chamadas de elétrons por seu descobridor, o físico inglês J.J. Thomson. A presença de partículas eletricamente carregadas no átomo forçou os cientistas a postularem a existência de outra partícula carregada positivamente de forma a explicar a neutralidade elétrica do átomo. Essa partícula, o próton, foi logo observada experimentalmente, verificando-se que sua massa é quase 2000 vezes maior do que a massa do elétron" (Hamburger & Moscati, 1971a, p. 6)

No texto, o valor negativo para a carga do elétron, aparece como uma característica intrínseca, uma evidência experimental e não como uma convenção racional. Isso evidencia o forte caráter empirista dos enunciados do texto, no sentido de atribuírem caráter concreto aos símbolos e ideias.

Sobre a neutralidade de um corpo com cargas elétricas, o PEF afirma:

"Se a quantidade de cargas positivas é igual à quantidade de cargas negativas, parecerá que esse bocado de matéria tem uma carga nula, ou seja, que não tem carga. Os efeitos das cargas positivas e negativas anulam-se simplesmente quando se adicionam ou actuam conjuntamente. (Esta é uma vantagem de se designarem

as duas espécies de cargas por positiva e negativa e não por x e y, por exemplo.)” (Holton et al., 1980c, p. 37)

Apesar, de já utilizar os termos cargas positivas e negativas como entidades presentes na matéria, o texto continua frisando que essa é uma escolha arbitrária e vantajosa para representar o fenômeno, expressando o caráter ideal, racional das formulações científicas, no sentido de serem livres manifestações do pensamento.

O conceito de campo

O PFH inicia assim sua discussão sobre os campos elétricos e magnéticos na seção 14.4:

“Gilbert descreveu a acção da magnetite dizendo que esta tinha ‘uma esfera de influência’ que a envolvia. Com isto queria Gilbert dizer que qualquer outro corpo magnético que estivesse dentro dessa esfera seria atraído. (...) Hoje em dia diríamos que o magnetite está rodeado por um campo magnético” (Holton et al., 1980c, p. 42).

A imprecisão dos conceitos enunciados nas falas de cientistas de outras épocas é um recurso estilístico muito empregado ao longo de todo texto. Neste capítulo, em específico, os autores exploram a polissemia da palavra campo em seus usos nas diversas esferas da vida social e analisam como a ciência os toma de empréstimo para elaboração de seus enunciados, na esfera educacional:

“A palavra ‘campo’ pode usar-se em muitos sentidos. Vamos primeiramente discutir alguns campos mais familiares e, depois, desenvolver gradualmente a idéia de campos físicos, tal como é usada nas ciências. Este exercício serve para nos lembrarmos que a maior parte dos termos usados em Física são, na realidade – com algumas modificações – palavras utilizadas na linguagem corrente. Os termos velocidade, aceleração, força, energia e trabalho são exemplos que já encontramos neste curso” (Holton et al., 1980c, p. 42) (PFH, 1980, 42)

A seguir, o texto traz uma série de exemplos do emprego da palavra campo, em outras esferas para extrair deles um conceito comum:

“Podemos ilustrar uma utilização corrente do conceito de campo com o “campo de jogo” para diversos desportos. O campo de futebol, por exemplo, é um local onde as equipas se confrontam de acordo com as regras que limitam a sua acção à área dos campos. Neste exemplo, o campo é uma região de interacção” (PFH, 1980, 43)

Resgata, no conceito de “campo de jogo” em seus usos na esfera cotidiana, a ideia de região de interação, espaço onde certas regras valem, fundamental para a construção do conceito científico. A seguir explora o conceito em seus usos na esfera da política:

“Em política internacional, falamos de ‘esferas’ ou de ‘campos’ de influência. Um campo de influência política é também uma região de interacção, mas, ao contrário do que acontece com os campos de jogos, não tem fronteiras bem definidas. Um país normalmente maior influência em certos países e menor influência noutros. Assim, no sentido político, o termo ‘campo’ refere-se também à quantidade de influência – maior em determinados locais e menor noutros. Além disso, o campo tem uma fonte – o país que exerce a influência” (Holton et al., 1980c, p. 43)

Com essas ideias, as noções fundamentais para definição do campo em física já estão definidas: região de influência e interação, fonte e intensidade da influência. Agora, segundo o texto, torna-se necessário para a definição de campo em física, atribuir um valor numérico à intensidade do campo em cada ponto de sua zona de influência. Para tanto, apresenta mapas geográficos de temperaturas e pressão para mostrar como regiões diferentes do espaço pode-se medir valores de temperaturas diferentes. Em seguida resgata a noção de campo gravitacional, já apresentada no livro de mecânica, para discutir como suas equações são semelhantes àquelas do campo elétrico, apresentadas da seguinte forma:

“Campos eléctricos. Pode definir-se a intensidade de qualquer campo de forças de forma semelhante. De acordo com a Lei de Coulomb, a força eléctrica que um corpo relativamente pequeno e electricamente carregado exerce noutro depende do

produto das cargas dos dois corpos. Consideramos uma carga q colocada num ponto qualquer do campo elétrico criado pela carga Q . Podemos escrever a Lei de Coulomb que nos dá a força F_{el} que se exerce sobre q da seguinte forma:

$$F_{el} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{r^2} \quad \text{ou} \quad F_{el} = q \cdot \frac{k \cdot Q}{r^2}$$

“Como no caso da análise feita para o campo gravítico, separamos a expressão da força em duas partes. A primeira parte, $\frac{k \cdot Q}{r^2}$ depende apenas da carga Q da fonte e da distância r , medida a partir dela. Podemos chamar a esta parte ‘a intensidade do campo elétrico devida a Q ’. A segunda parte, q , é uma propriedade do corpo que está a ser actuado. Podemos, portanto, definir a intensidade do campo elétrico E , devido à carga Q , como tendo módulo $\frac{k \cdot Q}{r^2}$ e a mesma direção da força F_{el} ” (Holton et al., 1980c, p. 47)

A definição de um valor para o campo é apresentada por um formalismo matemático, comparando ao campo gravitacional, já discutido anteriormente como é tradicional nos cursos de física (forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância). Nesse momento, o texto abre mão da perspectiva histórica e do embate de ideias para garantir o tratamento dimensional das grandezas envolvidas nos fenômenos elétricos, não tratando das linhas de campo nem de aspectos qualitativos como vinha fazendo até o momento. Pelo contrário, estabelece uma ruptura no fluxo do texto ao começar a atribuir valores para expressas na equação do campo a variáveis e demonstrar cálculos. Com essas demonstrações o projeto finaliza a apresentação do conceito de campo, que fundamentará posteriormente a apresentação do campo magnético. Diferentemente da estrutura tradicional, o campo magnético não receberá um capítulo à parte, mas será tratado em suas interações com a corrente elétrica, momento em que também serão apresentadas as linhas de campo de Faraday.

Finalmente, no projeto PEF, o capítulo 2 do livro dois é dedicado à apresentação, conceitualização e medição do campo elétrico. Ele propõe discutir os seguintes assuntos: campo criado por corpos carregados, efeito do campo sobre corpos carregados (força elétrica), caráter vetorial do campo, campos em fios condutores, experimentos com pilhas, e como leitura suplementar, a pilha de volta. A discussão sobre o campo é introduzida da seguinte forma:

“Em princípios do século XIX o estudo da eletricidade já ganhara grande importância. Uma série de descobertas novas e a perspectiva de utilização prática dos fenômenos elétricos aumentavam grandemente o interesse pelo seu estudo. Foi Faraday (1791-1867) quem desenvolveu o conceito de campo elétrico quando estudava a interação entre corpos carregados. Faraday considerou a ação à distância entre corpos carregados não mais como sendo direta, mas causada pela ação do campo criado por um dos corpos sobre o outro e vice-versa. Esta maneira de interpretar, bem como a forma de representar o campo, através de linhas de força, permitem uma boa visualização do que ocorre na vizinhança dos campos eletrizados” (Hamburger & Moscati, 1971a, p. 1).

Os autores do texto optam, em parte devido à ênfase experimentalista, por introduzir o assunto dos campos com o conceito de linhas de campo que pode ser manipulado e observado em experiências simples com pilhas e pequenos grãos de plástico ou sementes de grama. Continua explorando o assunto, agora, introduzindo o modelo de cargas:

“Observamos no capítulo anterior que quando certos corpos são atritados tornam-se eletricamente carregados. Isto significa que o número de elétrons existente no corpo passa a ser diferente do número de prótons. Quanto maior for a diferença entre o número de prótons e o número de elétrons, mais intensos são os fenômenos elétricos dos quais o corpo participa. Dizemos então que quanto maior essa diferença, maior é a carga elétrica do corpo (...) Na experiência que você realizou no capítulo anterior (com bolinhas de papel de alumínio e a caneta de plástico) verificou que, se a caneta não estava carregada, nenhuma força era exercida sobre a bolinha. Só depois que você atritava a caneta é que a bolinha passava a sofrer a ação de uma força. Assim, você pode verificar que um corpo carregado causa modificações nas propriedades elétricas do espaço nas suas proximidades. Estas propriedades afetam o comportamento de corpos carregados, ou não, colocados nesta região do espaço. Dizemos então que, quando um corpo sofre força elétrica

ao ser colocado numa região do espaço, nessa região existe um Campo Elétrico” (Hamburger & Moscati, 1971a, p. 2).

E assim, baseado num experimento e num fenômeno observável o texto define e apresenta o campo elétrico E . Mais à frente, afirma que essa experiência nos fornece apenas um critério qualitativo para decidir se numa região há ou não um campo elétrico. No entanto, é necessário que determinemos critérios quantitativos por procedimentos experimentais apenas realizados em laboratórios de física. Portanto, a determinação de grandezas quantitativas será apresentada por dados já coletados e formalismos matemáticos. Em seguida, ele simula uma série de experimentos em que cargas de valor q , $2q$, $3q$ são colocadas próximas a uma carga de valor Q , e observam-se forças, crescentes, de valor: F , $2F$, $3F$. Com isso, deduz a proporcionalidade entre força e carga e encaminha a definição quantitativa de campo elétrico da seguinte maneira:

“Assim, a força que age sobre um corpo carregado, colocado no campo elétrico de outro, é proporcional à sua carga. Dessa maneira, para um certo ponto do espaço que circunda uma carga elétrica Q , a relação $\frac{F}{q}$ é constante para qualquer carga elétrica de intensidade q colocada nesse ponto. Essa constante caracteriza quantitativamente o campo elétrico naquele ponto, independe do valor q , e é representada pela letra E . Dessa maneira, para um certo ponto P de um campo elétrico $E_{(P)}$ vale, $\frac{F_{(P)}}{q}$ ou seja: $E_{(P)} = \frac{F_{(P)}}{q}$ ” (Hamburger & Moscati, 1971a, p. 2).

O projeto depreende a noção de campo, a partir da noção observável de forças. Com isso, o projeto apresenta sua noção de campo Elétrico, por meio de um formalismo matemático simples, e inicia uma série de exercícios conceituais e experiências com pilhas.

CONCLUSÕES

Quando propusemos a utilização do conceito de gêneros, logo percebemos a dificuldade de lidar com a riqueza e a variedade de gêneros do discurso. Bakhtin (Volochinov/Bakhtin, 2006) nos alertara para o caráter inesgotável da atividade humana e, portanto, dos gêneros discursivos. Isso nos fez pensar que, a própria ciência como esfera de atividade comporta uma multiplicidade de gêneros discursivos: um gênero de muitos gêneros que se torna complexo no desenvolvimento histórico da ciência. Por outro lado, a esfera educacional, também como um gênero de muitos gêneros, vive uma constante fricção discursiva, elegendo e metamorfoseando as formas discursivas da ciência e do cotidiano produzindo formas híbridas de discurso que serão apropriadas pelos estudantes. Propusemos que a elaboração dessas formas visa a determinados fins sociais, conforme a dinâmica de cada grupamento social. Por isso, contrapusemos os projetos aos seus contextos sociais e políticos para verificar como isso influenciava os gêneros discursivos da educação científica. Nossa hipótese, é que num ambiente democrático o gênero pudesse ser mais livre e enriquecido de outros gêneros (literários, cotidiano, político etc.); ao passo que, num ambiente autoritário, houvesse menos espaço para esse tipo de manifestação. A despeito das crenças e opções de seus idealizadores, que escolheram esta ou aquela forma discursiva, este ou aquele recorte de ciência, os projetos manifestaram a oposição esperada.

O PFH buscava amenizar a noção de ciência como discurso dominante, discurso do progresso, imagem anteriormente impressa pelo PSSC. Procurou expressar a ciência como um empreendimento humano, passível de erros, em constante transformação e evolução (Holton, 1976). Revestiu-se assim de um discurso menos linear e mais solto, explorador dos limites das representações que a ciência faz do mundo, que introduz as diversas falas sociais em conflito. Buscou explorar o significado polisêmico das palavras em diversos contextos (cotidiano, esportes, política, física etc.) como o faz quando apresenta a noção de campo. Traz fortemente, a marca dos grupos sociais num constante embate de ideias, e mostra que as ideias sobrevivem enquanto valorizadas por um grupo.

O projeto PEF, mais austero, fundamentado por uma perspectiva experimental, circunscrita aos fatos, mais realista, busca formalizar uma linguagem que permita ao aluno manipular os aparatos científicos: “Você vive em um mundo cada vez mais influenciado pela tecnologia. Para compreender e controlar esse mundo (...) é preciso dominar os códigos (Hamburger & Moscati, 1971a, p. 2). Por isso, centrou-se na decodificação de um registro linguístico específico de um paradigma dominante, não explorou polissemia e buscou uma maior precisão discursiva atrelada à observação dos experimentos e leitura dos instrumentos de medida.

Ambos almejavam atingir uma diversidade de alunos do final do ensino escolar, que muito possivelmente não seguiriam carreiras científicas, por isso, procuraram transmitir suas concepções de vivência científica. O PFH buscou apresentar a ciência como mais um discurso, mais uma forma de falar sobre

as coisas do mundo, que possui suas especificidades e que evolui historicamente pelos embates sociais. Os embates e trocas culturais, típicos da abertura, da circulação e do conflito de ideias numa democracia são um valor de fundo do projeto que buscava recuperar a desgastada imagem da ciência naquele momento de revolução na cultura.

O PEF buscou enfatizar como o domínio dos códigos e a manipulação de aparatos científicos permitem um domínio crescente sobre os fenômenos e também a ampliação de nossa capacidade preditiva. No projeto, a ciência tem um valor formativo que nos preparará para os desafios da sociedade moderna. Essa atitude, no momento histórico do “milagre brasileiro”, reveste-se de um duplo caráter: ao mesmo tempo em que apostava na formação de quadros para as oportunidades de trabalho geradas pela participação crescente de multinacionais na economia brasileira, de acordo com os propósitos governamentais, foi também uma das poucas vozes que ressoavam, num momento de silêncio, a favor de uma educação de qualidade alinhada com um propósito de renovação do cenário educacional brasileiro numa perspectiva mais ampla.

Os significados que expressaram os grupos que os conceberam, foram matizados pelos contextos históricos que viveram. Como diz Bakhtin (Volochinov/Bakhtin, 2006), qualquer ideia ou objeto da realidade torna-se um signo quando entra no horizonte social de um grupo social organizado, processo que desencadeia uma reação semiótico-ideológica. Essa reação ocorrerá quando se ligar à condições socioeconômicas do referido grupo, ganhando base material de existência. Assim, se considerarmos a prática educacional como a maneira pela qual, numa determinada sociedade, grupos socialmente organizados asseguram a reprodução de práticas sociais e a transmissão de sua experiência historicamente acumulada, é necessário perguntarmos quem são esses grupos sociais? Quais práticas serão transmitidas? Que discursos, falas, versões de ciência aparecerão no contexto escolar? Que relações matérias asseguram esta ou aquela conformação de signos.

Em nossa abordagem sociológica e histórica, procuramos evidenciar como cada projeto expressou as relações entre as forças histórico-culturais, cujas demandas sociais são realizadas por duas sociedades distintas numa mesma época. As ideias gestadas nesses dois contextos ganharam corpo e forma dentro de uma concepção de ciência. Mais ainda, como as tensões, contradições e compromissos sociais se expressam no discurso educativo e definem os espaços para negociação de significados. Os resultados dessa pesquisa impactam diretamente as atuais discussões no ensino de física. Ao utilizar as categorias bakhtinianas de tema, composição e estilo conseguimos aprofundar as relações de um determinado contexto histórico com a produção dos materiais nos projetos de ensino. Isso nos fornece ferramentas analíticas para repensar criticamente as questões de nosso tempo, como por exemplo, as atuais reestruturações do ensino médio, implementação de uma base curricular ou mesmo as avaliações em larga escala cada vez mais comuns. Tais processos partem de uma universalidade abstrata onde o contexto histórico tem pouco ou nenhuma relevância.

Com essas reflexões devemos nos transportar para os dias de hoje, como educadores, para perguntar: por que ensinar ciência? Que tipo de ciência ensinamos? Que ideias e valores de nossa época definem os signos e discursos criados? Por que ensinamos assim e para quem ensinamos? Perguntas vitais, uma vez que não somos meros transmissores de um conteúdo formal e vazio de ciência.

AGRADECIMENTOS E APOIOS

Cristiano Mattos agradece o apoio financeiro do CNPq.

REFERÊNCIAS

- Alves Filho, J. de P. (2000). *Atividades experimentais: do método à prática construtivista* (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina). Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>
- Andrade Filho, D. A. (2010). O livro didático como mercadoria - 1990 a 2003. *Emblemas - Revista do Departamento de História e Ciências Sociais - UFG/CAC*, 1(4), 19-28. Recuperado de <http://www.revistas.ufg.br/index.php/emblemas/article/view/11633/7635>
- Bakhtin, M. (2006). *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes.
- Barnett, N. (2013). “*Russia wins space race*”: The British Press and the Sputnik Moment, 1957. *Media History*, 19(2), 182–195. [DOI:10.1080/13688804.2013.791419](https://doi.org/10.1080/13688804.2013.791419)

- Barra, V. M., & Lorenz, K. M. (1986). Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. *Ciência & Cultura*, 38(12), 1970–1983.
- Bittencourt, D. R. S. (1977). *Uma análise do Projeto de Ensino de Física - Mecânica*. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J. B., & Guerra, C. (2008). Do estado da arte da pesquisa em educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 27–49. [DOI:10.5007/1982-6248.v1n1p27-49](https://doi.org/10.5007/1982-6248.v1n1p27-49)
- Carr, E. H. (1996). *O que é história?* São Paulo: Paz & Terra.
- Engeström, Y., & Sannino, A. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5(1), 1–24.
- Feyerabend, P. (2007). *Contra o método*. São Paulo: UNESP. Recuperado de <http://books.google.com.br/books?id=ls68ro1jFA4C>
- Garcia, N. M. D. (2006). Ensinando a ensinar física: um projeto desenvolvido no Brasil nos anos 1970. In *IV Congresso Brasileiro de História da Educação* (pp. 1–10). Goiás: Universidade Católica de Goiás. Recuperado de <http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/individuais-coautores/eixo02/Nilson%20Marcos%20Dias%20Garcia.pdf%20>
- Gaspar, A. (1997). Cinquenta Anos de Ensino de Física: Muitos Equívocos, Alguns Acertos e a Necessidade do Resgate do Papel do Professor. In *Anais do XV Encontro de físicos do norte e nordeste* (pp. 1–13). Natal: SBF. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3360182/mod_resource/content/0/CINQ%20ANOS%20DE%20ENSINO%20DE%20F%20F%20C%20DSICA.pdf
- Gaspar, A. (2005). Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. *Educação*, 13(21), 71–91.
- Guisasola, J., Almuñí, J. M., & Furió, C. (2005). The nature of science and its implications for physics textbooks: The case of classical magnetic field theory. *Science & Education*, 14(5), 321–328. [DOI:10.1007/s11191-004-7936-z](https://doi.org/10.1007/s11191-004-7936-z)
- Hamburger, E. W., & Moscati, G. (Orgs.). (1971a). *Projeto de Ensino de Física: Eletricidade*. São Paulo: MEC/Fename.
- Hamburger, E. W., & Moscati, G. (Orgs.). (1971b). *Projeto de Ensino de Física: Mecânica*. São Paulo: MEC/Fename.
- Hamburger, E. W., & Moscati, G. (Orgs.). (1974). *Projeto de Ensino de Física* (Vol. 3–eletromagnetismo). Rio de Janeiro: Fename.
- Hartman, A. (2008). *Education and the Cold War: The Battle for the American School*. New York: Palgrave Macmillan.
- Heckert, A. L. C. (2004). *Narrativas de resistência: educação e políticas (RJ)*. (Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense). Recuperado de [http://www.btd.ndc.uff.br/tde_arquivos/2/TDE-2004-11-16T14:34:59Z-45/Publico/Texto%20completo%20\(Tese-Ana%20Heckert\).pdf](http://www.btd.ndc.uff.br/tde_arquivos/2/TDE-2004-11-16T14:34:59Z-45/Publico/Texto%20completo%20(Tese-Ana%20Heckert).pdf)
- Hobsbawm, E. (2005). *A era dos extremos: o breve século XX*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Holton, G. (1976). The project physics course: Notes on its educational philosophy. *Physics Education*, 11(5), 330–335.
- Holton, G. (2003). The Project Physics Course, Then and Now. *Science & Education*, 12(8), 779–786. [DOI:10.1023/B:SCED.0000004544.55635.40](https://doi.org/10.1023/B:SCED.0000004544.55635.40)
- Holton, G., Rutherford, F. J., & Watson, F. G. (Orgs.). (1980a). *Projeto Física – HARVARD*. Unidade 1: Conceitos de Movimento (Vol. 1). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

- Holton, G., Rutherford, F. J., & Watson, F. G. (Orgs.). (1980b). *Projeto Física – HARVARD*. Unidade 2: Movimento nos céus (Vol. 2). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Holton, G., Rutherford, F. J., & Watson, F. G. (Orgs.). (1980c). *Projeto Física – HARVARD*. Unidade 4: Luz e Eletromagnetismo (Vol. 4). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Hunt, L. (1991) *Secret Agenda: The United States Government, Nazi Scientists, and Project Paperclip, 1945 to 1990*. New York: St. Martin's Press.
- Jacobsen, A. M. (2014). *Operation Paperclip: The Secret Intelligence Program that Brought Nazi Scientists to America*. New York: Little, Brown and Company.
- Krasilchik, M. (1987). *O professor e o currículo de ciências*. São Paulo: Edusp.
- Krasilchik, M. (1995). Inovação no ensino das Ciências. In *Inovação Educacional no Brasil: Problemas e Perspectivas* (pp. 177–194). São Paulo: Cortez e Autores Associados.
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85–93. [DOI:10.1590/S0102-88392000000100010](https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010)
- Kuhn, T. S. (2005). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.
- Lagemann, E. C. (2002). *An Elusive Science: The Troubling History of Education Research*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mattos, C. R. (2014). Conceptual Profile as a Model of a Complex World. In *Conceptual Profile: A theory of teaching and learning scientific concepts* (pp. 263–291). Dordrecht: Springer.
- Maybury, R. H. (1975). *Technical Assistance and innovation in science education*. The Ford Foundation. Science Education: an Interscience Publication. New York: John Wilwy and Sons.
- Medviédev, P. N. (2010). *O método formal nos estudos literários: Introdução a uma poética sociológica*. São Paulo: Contexto.
- Moreira, M. A., & Axt, R. (1986). A questão das ênfases curriculares e a formação de professores de ciência. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 3(2), 66–68.
- Munakata, K. (2012). O livro didático como mercadoria. *Pro-Posições*, 23(3), 51–66. [DOI:10.1590/S0103-73072012000300004](https://doi.org/10.1590/S0103-73072012000300004)
- Nardi, R. (2005). Memórias da educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1), 63–101.
- Neufeld, M. J. (2013). Overcast, Paperclip, Osoaviakhim: Looting and the Transfer of German Military Technology. In D. Junker, P. Gassert, W. Mausbach, & D. B. Morris (Orgs.). *The United States and Germany in the Era of the Cold War: 1945–1968*. A handbook (pp. 197–203). Cambridge: Cambridge University Press.
- Nicoli Junior, R. B., & Mattos, C. R. (2006). A influência francesa nos livros didáticos de física no fim do século XIX e início do século XX. In *Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC*.
- Nicoli Junior, R. B., & Mattos, C. R. (2008). A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de física do Brasil (1801 a 1930). *Investigações Em Ensino de Ciências*, 13(3), 275–298.
- Nicoli Junior, R. B., & Mattos, C. R. (2012). História e memória do ensino de física no brasil: a Faculdade de Medicina de São Paulo (1913-1943). *Investigações Em Ensino de Ciências*, 18(4), 851–873.
- Pacca, J. L. de A. (1976). *Análise do desempenho de alunos frente a objetivos do PEF*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pacheco, J. A. (2000). Reconceptualização curricular: os caminhos de uma teoria curricular crítica. *Perspectiva*, 18(33), 11–33. [DOI:10.5007/%25x](https://doi.org/10.5007/%25x)

- Ricardo, E. C., & Zylbersztajn, A. (2008). Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. *Investigação Em Ensino de Ciências*, 13(3), 257–274.
- Riehl, N., & Seitz, F. (1996). *Stalin's Captive: Nikolaus Riehl and the Soviet Race for the Bomb*. New York: Chemical Heritage Foundation.
- Rodrigues, A. M., & Mattos, C. R. (2007). Reflexões sobre a noção de significado em contexto. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, 7(1), 323–331.
- Rudolph, J. L. (2002). *Scientists in the Classroom: The Cold War Reconstruction of American Science Education*. New York: Macmillan.
- Santos, A. R., & Casali, A. D. (2009). Currículo e educação: origens, tendências e perspectivas na sociedade contemporânea. *Olhar de Professor*, 12(2), 207–231. [DOI:10.5212/OlharProf](https://doi.org/10.5212/OlharProf).
- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12, 474–492. [DOI:10.1590/S1413-24782007000300007](https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007)
- Silva, C. C. (2007). The role of models and analogies in the electromagnetic theory: a historical case study. *Science & Education*, 16(4), 835–848.
- Simon, J. (2013). Physics and Textbooks Physics in the Nineteenth Textbooks and Twentieth Centuries. In J. Z. Buchwald & R. Fox (Orgs.). *The Oxford Handbook of the History of Physics* (pp. 651–678). New York: Oxford University Press.
- Skidmore, T. (1988). *Brasil: de Castelo a Tancredo*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Sodré, N. W. (1984). *Vida e Morte da Ditadura*. Petrópolis: Vozes.
- Stuhlinger, E., & Ordway, F. (1996). *Wernher von Braun, Crusader for Space: A Biographical Memoir*. Malabar: Krieger Publishing Company.
- Stuhlinger, E., Ordway, F., McCall, J. C., & Bucher, G. C. (1962). *From Peenemuende to Outer Space: Commemorating the Fiftieth Birthday of Wernher von Braun*. Huntsville: U.S. Dep. of Commerce - National Technical Information Service.
- Vigotski, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins fontes.
- Violin, A. G. (1976). *O Projeto de Ensino de Física*. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Volochinov/Bakhtin, M. (2006). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec.

Recebido em: 13.10.2016

Aceito em: 21.08.2017