

OS SENTIDOS QUE OS ESTUDANTES ATRIBUEM AO ENSINO DE FÍSICA E À SUA ABORDAGEM HISTÓRICA

The senses which students attribute to physics teaching and its historical approach

Abigail Vital [abigailvital@yahoo.com.br]

Andreia Guerra [andreia.guerra96@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Avenida Maracanã, 229, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

Resumo

A literatura da área de ensino de ciências tem enfatizado o desinteresse dos estudantes pela aprendizagem dos conteúdos de Física. Considerando-se a importância da disciplina para a formação básica, neste artigo investiga-se o sentido que estudantes matriculados em um curso de Ensino Médio integrado ao Técnico de Informática atribuem à Física e à abordagem que adota a História da Ciência como viés de apresentação, discussão e reflexão sobre os conteúdos da disciplina. Com base no referencial teórico-metodológico fornecido pelo pensamento bakhtiniano, foram analisados os enunciados produzidos pelos alunos e seu professor de Física em entrevistas individuais e semiestruturadas. A análise revelou a incidência de elementos constituintes da cultura do ensino de Física na atribuição de sentidos que, embora reconheçam a importância da disciplina, a consideram de difícil compreensão, introdutória e dispensável para o prosseguimento dos estudos em determinadas áreas. Com este estudo, pretende-se pontuar a necessidade de investimentos na formação docente que habilite os professores a problematizarem a cultura de ensino que apresenta a Física exclusivamente através de cálculos e fórmulas, produtora de verdades inquestionáveis, a-histórica e produzida por gênios. A transformação dessa cultura pode contribuir para a produção de novos sentidos em relação à Física e sua abordagem histórica.

Palavras-Chave: Atribuição de sentidos; Ensino de Física; História da Ciência; Cultura do ensino de Física.

Abstract

The literature in science teaching emphasizes students' lack of interest in learning the contents of physics. Considering the importance of the discipline for basic training, this article investigates the sense that students enrolled in a high school course integrated to the computer technician attribute to physics and the approach that adopts the history of science as presentation bias, discussion and reflection on the contents of the discipline. Based on the theoretical-methodological framework provided by Bakhtin's thought, we analyzed the statements produced by the students and their physics teacher in individual and semi-structured interviews. The analysis revealed the incidence of constituent elements of the culture of physics teaching in the attribution of senses that, although they recognize the importance of the discipline, consider it difficult to understand, introductory and dispensable for the continuation of studies in certain areas. The aim of this study is to point out the need for investments in the teacher training that enable teachers to discuss the teaching culture that presents physics exclusively through calculations and formulas, the producer of unquestionable, historical and genius-produced truths. The transformation of this culture can contribute to the production of new senses in relation to physics and its historical approach.

Keywords: Attribution of senses; Physics Teaching; History of Science; Culture of Physics Teaching.

INTRODUÇÃO

O desinteresse dos estudantes do Ensino Médio brasileiro pela escola, e, em particular, pelas aulas de Física tem sido interpretado na literatura da área de ensino de ciências como ausência de motivação e tem sido atribuído ao distanciamento entre o conteúdo da disciplina e a realidade dos estudantes, além da falta de identificação com os docentes e com a escola (Abramovay e Castro, 2003; Arruda e Baccon, 2007; Krawczyk, 2009; Ricardo, 2010).

Diversos estudos têm contribuído para a reflexão sobre as razões que levam os estudantes a não se engajarem no processo educativo da maneira que os docentes esperam. A título de exemplo, pode-se citar Lemke (1990) e Jegede e Aikenhead (2004) e Bang e Medin, (2010) que veem a aprendizagem dos conhecimentos científicos como um processo cultural. Heering (2016) salienta que cabe à escola mostrar aos estudantes que a ciência não é algo que ocorre fora de seu cotidiano, mas faz parte dele. Dessa forma, o autor acredita que uma abordagem mais ampla na educação científica, que considere aspectos históricos, filosóficos e sociológicos sobre a ciência, possa gerar interesse nos alunos e permitir que eles cheguem a diferentes perspectivas sobre a mesma.

A abordagem proposta por Heering (2016) assemelha-se a outras que buscam responder ao desafio de despertar o interesse dos estudantes. A comunidade de pesquisadores em ensino de ciências (Física, Química e Biologia) tem publicado um número significativo de estudos em que são explicitadas diferentes alternativas para o trabalho dos professores: atividades experimentais (Araujo e Abib, 2003; Santos et al., 2004); conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (Sorpreso, 2008); atividades investigativas (Baptista et al., 2011) e a abordagem histórico-filosófica dos conteúdos (Bastos, 1998; Bezerra, 2014; Forato et al., 2011; Hodson, 1991; Martins, 2005; Matthews, 1995; Quintal e Guerra, 2009).

A abordagem histórica dos conteúdos de Física tem sido o objeto de estudo em uma pesquisa que desenvolvemos desde 2012. Sem considerar a História da Ciência (HC) como um "*abre-te sésamo*" ou uma "*chave para o universo*" (Geertz, 2008) temos realizado, em trabalhos anteriores, investigações em que refletimos sobre as interfaces existentes entre a perspectiva histórica, a cultura e o ensino de Física (Vital e Guerra, 2014a, 2015, 2016).

No presente estudo, discutiremos uma dificuldade que, segundo Hottecke e Silva (2011) é enfrentada pelos docentes que se propõem a adotar a abordagem histórica: a cultura do ensino de Física. A cultura do ensino de Física caracteriza-se por se constituir de um conjunto de práticas, normas e valores, historicamente construído, internalizado e compartilhado por alunos, pais, professores, coordenadores pedagógicos e todos os envolvidos no processo educativo (Henke e Hottecke, 2015). As práticas observadas nessa cultura são orientadas, na perspectiva dos docentes, pela ideia de que o objetivo do ensino da Física é expressar claramente as verdades sobre a natureza, não cabendo aí debates e discussões com os estudantes (Hottecke e Silva, 2011). Os interesses específicos da disciplina são tacitamente compreendidos pelos docentes que possuem uma experiência comum e utilizam uma linguagem científica específica. Na sala de aula, o docente se vê diante da tarefa de agir como um tradutor e intérprete dessa linguagem para que ela seja compreendida pelos estudantes (Finkelstein e Price, 2004).

Outro elemento da cultura do ensino de Física é a expectativa que os estudantes têm em relação ao que aprenderão - e como aprenderão - bem como sobre a maneira como a disciplina deve ser conduzida pelo professor (Angell et al., 2008). Segundo Bozelli e Nardi (2006), de certa forma, professores culpam o aluno por não aprender. A responsabilidade pela dificuldade é imputada aos alunos quando se acentua a afirmação da falta dedicação aos estudos e o desinteresse pela disciplina.

Por partirmos do pressuposto de que as atitudes dos estudantes têm estreita relação com os elementos que constituem a cultura do ensino de física, investigamos, em Vital e Guerra (2014b), obstáculos enfrentados por professores que, contrariando a cultura do ensino de Física, adotaram a abordagem histórica como alternativa para promover a aprendizagem do conhecimento científico. Os resultados dessa investigação mostraram a expectativa dos professores analisados, as respostas dos alunos aos discursos a eles endereçados e tensões e contradições advindas da opção pela HC no ensino.

No presente estudo, aprofundaremos a análise acerca da prática desenvolvida por um dos professores participantes da pesquisa citada no parágrafo anterior. Nesse caminho, atentaremos para os sentidos que três dos seus estudantes atribuem à Física e à perspectiva histórica no ensino de Física, em decorrência das mudanças que esse docente se dispôs a fazer no ensino da disciplina. Acreditamos que o aprofundamento dessas questões possibilitará uma melhor compreensão acerca do aparente desinteresse dos estudantes e, conseqüentemente, poderá contribuir para a discussão em torno às necessidades formativas dos docentes envolvidos nesse processo.

OS FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA PESQUISA

As questões norteadoras deste estudo apresentam, como unidade de análise, o sentido, um conceito utilizado na Psicologia, Literatura, Linguística e em outras áreas do conhecimento. Segundo Asbahr (2014), esse conceito tem sido banalizado, apresentado como algo que pudesse ser produzido de maneira independente da atividade social dos sujeitos e, em alguns casos, tem sido utilizado acriticamente, sem a explicitação do referencial teórico em que se fundamenta sua aplicação.

Para interpretarmos os sentidos que os estudantes atribuem ao ensino de Física e à sua abordagem histórica, filiamos-nos aos pressupostos teórico-metodológicos propostos por Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1885 - 1975) e Valentin Nikolaevich Volochinov (1895-1936), membros do chamado Círculo de Bakhtin. As relações que esses pensadores estabelecem entre a linguagem e a cultura norteiam a pesquisa que deu origem a este trabalho, encaminham a compreensão do objeto de estudo, sustentaram as escolhas metodológicas, fundamentaram a análise e a interpretação dos dados coletados, embasaram as reflexões sobre os discursos dos participantes da pesquisa e sobre o contexto sociocultural onde esses discursos foram produzidos.

Na perspectiva do círculo bakhtiniano “a cultura transita em vários sentidos, estabelecendo incessantes interações, determinadas por realidades históricas específicas” (Silvestri e Bassinello, 2011, p.157). De acordo com Bakhtin (2010), a cultura se materializa nas interações sociais. Através de seus discursos, o indivíduo produz cultura:

“[...] a palavra de tudo o que é próprio à cultura, isto é, de todas as significações culturais (cognitivas, éticas e estéticas) chega-se bem facilmente à conclusão de que não existe absolutamente nada na cultura além da palavra, que toda a cultura não é nada mais que um fenômeno na língua, que o sábio e o poeta em igual medida se relacionam somente com a palavra”. (Bakhtin, 2010, p. 45)

A partir dessa visão de cultura Bakhtin e Volochinov dedicaram-se ao estudo da linguagem e, adotando um enfoque dialógico, postulavam que é na enunciação que o ser humano se constitui e constrói sentidos. Para esses pensadores, a unidade real da comunicação discursiva é o enunciado, cujos limites são determinados pela alternância dos sujeitos do discurso. Considerando que o discurso, ou a palavra, só existe na forma de enunciados, Bakhtin/Volochinov (2009) afirmam que um livro ou um artigo também são considerados como enunciados, à medida que o discurso escrito “[...] responde a alguma coisa, refuta, confirma, concorda, discorda, antecipa as respostas e objeções potenciais, procura apoio, etc.” (p. 128).

Uma das peculiaridades do enunciado, oral ou escrito, é a conclusibilidade: “a alternância pode ocorrer precisamente porque o falante disse (ou escreveu) tudo o que quis dizer em dado momento ou sob dadas condições” (Bakhtin, 2011, p. 280). O principal critério da conclusibilidade é a responsividade: segundo Bakhtin (2011), em virtude da “inteireza” do enunciado, o ouvinte “[...] ocupa simultaneamente em relação a ele uma ativa posição responsiva: concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo, etc.” (p. 271).

A busca pela compreensão é um evento dialógico que exige que o enunciador considere que o “outro” não é um ouvinte passivo: ele assume uma “ativa posição responsiva” que o leva a opor ao nosso discurso uma “contrapalavra” (Bakhtin/Volochinov, 2009, p.137). A capacidade de formular contrapalavras à palavra de outra pessoa caracteriza a compreensão ativa e responsiva da cultura alheia. Pelo fato de responder a elocuições anteriores e, ao mesmo tempo, atender para as respostas que poderá suscitar, o discurso pode contribuir para o resgate do sentido atribuído por quem o profere “[...]contanto que o examinemos com apuro, levando em conta as condições concretas da comunicação verbal, descobriremos as palavras do outro ocultas, ou semiocultas e com graus diferentes de alteridade” (Bakhtin, 2011, p. 318).

O discurso, para Bakhtin, é bivocal, pois pressupõe, pelo menos, duas vozes que representam dois pontos de vista. Ao esclarecer como as palavras do outro se incorporam aos nossos enunciados e se tornam bivocais, Bakhtin (2015) afirma:

“O nosso discurso da vida prática está cheio de palavras de outros. Com algumas delas fundimos inteiramente a nossa voz, esquecendo-nos de quem são; com outras, reforçamos as nossas próprias palavras, aceitando aquelas como autorizadas para nós; por último, revestimos terceiras das nossas próprias intenções, que são estranhas e hostis a elas” (p. 223).

Desse modo, segundo Bakhtin (2011), o discurso pode existir para o falante como um discurso alheio, ou seja, cheio “*de ecos de outros enunciados*” (p. 294). Nessa dimensão, o discurso é caracterizado por um hibridismo cultural, ao misturar, no mesmo enunciado, várias línguas sociais (Bakhtin, 1981). Além disso, todo enunciado dirige-se a um destinatário, e, para ele, o discurso é elaborado. Portanto, incidindo diretamente sobre a constituição do enunciado, o destinatário pode ser o interlocutor direto do diálogo, ou um destinatário suposto que surge após a emissão do enunciado, ou mesmo um supradestinatário, que em qualquer tempo e espaço poderá se tornar um destinatário real.

Bakhtin (2011) postula que o indivíduo pode saber e ver mais sobre o outro do que esse outro sabe e vê sobre ele próprio. Isso é possível porque os indivíduos possuem o que Bakhtin denomina de excedente de visão em relação aos outros.

“Quando contemplo no todo um homem situado fora e diante de mim, nossos horizontes concretos efetivamente vivenciáveis não coincidem. Porque em qualquer situação ou proximidade que esse outro que contemplo possa estar em relação a mim, sempre verei e saberei algo que ele, da sua posição fora e diante de mim, não pode ver. [...] porque nesse momento e nesse lugar, em que sou o único a estar situado em dado conjunto de circunstâncias, todos os outros estão fora de mim.” (Bakhtin, 2011, p. 21).

Essa posição exterior é o que o pensador russo denomina de exotopia, uma categoria filosófica que torna produtiva a relação dialógica, implicando a possibilidade de vermos o outro na sua originalidade e, assim, nos colocarmos no lugar dele, com a responsabilidade de, voltando ao nosso próprio lugar, dar um acabamento ao outro, completando-o naquilo que ele não pode ver nem saber e, então, nos posicionarmos em relação a esse outro que foi objeto de contemplação. A exotopia é considerada por Bakhtin uma poderosa alavanca na compreensão da cultura alheia: “*A cultura do outro só se revela com plenitude e profundidade aos olhos de outra cultura. [...] colocamos, para a cultura do outro, novas questões que ele mesmo não se colocava*” (Bakhtin, 2011, p. 366). Dessa forma, no encontro dialógico entre culturas, o olhar exotópico pode promover o enriquecimento das mesmas, sem fundi-las ou confundi-las.

Articulando aspectos linguísticos, estéticos, éticos e pressupostos filosóficos da linguagem, Bakhtin e Volochinov buscaram na interação dialógica a compreensão das formas de atribuição de sentidos. Isto porque, para eles, o sentido dos discursos depende da relação que os sujeitos estabelecem com seus interlocutores e com outros discursos. “*O sujeito modifica o seu discurso em função das intervenções dos outros discursos, sejam elas reais ou imaginadas, e desse outro, localizado em seu interlocutor, e, portanto, esse mesmo sujeito não é a fonte primeira do sentido*” (Dahlet, 2005, p. 56).

Bakhtin (2011) faz distinção entre significado e sentido. “*Chamo sentidos as respostas às perguntas. Aquilo que não responde a nenhuma pergunta não tem sentido para nós. [...] O significado está excluído do diálogo, mas abstraído dele de modo deliberado e convencional*” (p. 381). Sob a ótica dialógica do pensamento bakhtiniano, o significado não está na palavra: ele é extraído do contexto em que ocorre a interação discursiva. “*É por isso que não tem sentido dizer que a significação pertence a uma palavra enquanto tal. Na verdade, a significação pertence a uma palavra enquanto traço de união entre os interlocutores, isto é, ela só se realiza no processo de compreensão ativa e responsiva*” (Bakhtin/Volochinov, 2009, p. 137).

Ao explicitarem a relação entre sentido e significado, Bakhtin/Volochinov (2009) utilizam a metáfora da fâsca elétrica “[...] *que só se produz quando há contato dos dois polos opostos*” (p. 137). Assim, quando apenas o significado dicionarizado de uma palavra é considerado, “[...] *é como se quisessem acender uma lâmpada depois de terem cortado a corrente. Só a corrente da comunicação verbal fornece à palavra a luz da sua significação*” (p. 137).

Bakhtin (2011) esclarece que da mesma forma que o significado das palavras só se revela dentro do contexto, os sentidos procedem “[...] *de dois sentidos que se encontraram e se contataram. Não pode haver “sentido em si” - ele só existe para outro sentido, isto é, só existe com ele. Não pode haver um sentido único*” (p.382).

O sentido do enunciado ou da enunciação¹ é denominado por Bakhtin/Volochinov (2009) de tema: “[...] *o tema da enunciação é determinado não só pelas formas linguísticas que entram na composição (as palavras, as formas morfológicas ou sintáticas, os sons, as entoações), mas igualmente pelos elementos não verbais da situação*” (p. 133).

¹ Bakhtin (2011, p. 261) não diferencia os termos enunciado e enunciação.

Os elementos não verbais da situação discursiva compõem o contexto extraverbal. Esses elementos não são exteriores ao discurso, não representam apenas o cenário no qual os discursos acontecem, mas os constituem socialmente, na medida em que *“Na vida, o discurso verbal é claramente não autossuficiente. Ele nasce de uma situação pragmática extraverbal e mantém a conexão mais próxima possível com esta situação”* (Volochinov/Bakhtin, 1976, p. 6). Tais considerações levaram os pensadores russos a proporem a análise de três aspectos do contexto extraverbal, indispensáveis à compreensão dos sentidos dos enunciados: o horizonte social comum aos interlocutores; a compreensão da situação partilhada entre eles e a avaliação que manifesta as suas posições frente a essa situação. O horizonte social comum aos interlocutores é constituído por elementos da realidade responsáveis pela criação ideológica dos sujeitos do discurso e, segundo Bakhtin/Volochinov (2009), esses elementos *“[...] determinam completamente e, por assim dizer, a partir do seu próprio interior, a estrutura da enunciação”* (p.117). Importa não confundir horizonte social e ambiente físico.

Os conceitos bakhtinianos contribuem para a compreensão da amplitude das interações discursivas que ocorrem no contexto do qual o presente estudo se ocupa. Tomando os enunciados como ponto de partida para a reflexão sobre a produção de sentidos, busca-se aqui empreender uma análise que, dialogicamente, busque enxergar com os olhos dos participantes da pesquisa as posições singulares que eles ocupam.

CAMINHOS DA PESQUISA

As ideias acima sumariadas orientaram os caminhos metodológicos escolhidos para a observação da realidade, para a escolha das questões de pesquisa, definição dos sujeitos participantes e foram articuladas para, buscarmos a compreensão dos aspectos envolvidos na atribuição de sentidos ao ensino de Física e à sua abordagem histórica. Apresentamos, a seguir, o contexto em que foi desenvolvida a pesquisa, os critérios utilizados na seleção dos participantes, bem como os instrumentos de coleta e análise dos dados.

O contexto da pesquisa e a seleção dos participantes

Em 2012, partindo do pressuposto de que a abordagem histórica dos conteúdos de Física é um caminho possível para promover a reflexão sobre a construção da ciência, iniciou-se a pesquisa que se desdobra no presente artigo. Na primeira etapa, a pesquisa teve por objeto de estudo as dissertações de professores de Física concluintes do Mestrado em Ensino de Ciências oferecidos por diferentes programas de pós-graduação. Nas dissertações, foram investigadas as estratégias didáticas utilizadas e descritas pelos docentes que se apropriaram da HC para ensinar Física aos alunos do Ensino Médio (Vital, 2014).

Dando prosseguimento à pesquisa, em 2014 foram contatados, dentre os participantes da etapa anterior, os docentes que, após a conclusão do Mestrado, continuaram exercendo suas atividades no Ensino Médio. Nessa segunda etapa, os docentes participaram de entrevistas individuais e semiestruturadas em que descreveram suas experiências com a abordagem histórica. Os dados coletados nas entrevistas revelaram que os docentes, mesmo concebendo HC como importante e necessária ao ensino dos conteúdos de Física, alegavam encontrar dificuldades institucionais para adotar regularmente a abordagem histórica no cotidiano de suas aulas.

Em 2015, um desses docentes, tendo sido aprovado em um concurso para a rede federal de ensino, passou a exercer a função de coordenador pedagógico na mesma instituição de ensino em que também ministrava aulas de Física para os alunos do Ensino Médio integrado ao Técnico de Informática². Em virtude dessa mudança profissional, o docente julgou ter autonomia para ensinar Física de acordo com suas convicções pedagógicas. Atendendo ao nosso convite, o docente concedeu mais uma entrevista e narrou suas experiências com a HC no novo posto de trabalho. Com a finalidade de compreender os efeitos dessas experiências, realizamos, em 2016, entrevistas individuais e semiestruturadas com os estudantes do Ensino Médio que, durante dois anos consecutivos (2015 e 2016) vinham sendo atendidos pelo docente. Nessas entrevistas, os jovens narram suas impressões sobre os conteúdos da Física e sobre a abordagem histórica desses conteúdos.

²O Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico de nível médio é uma modalidade que articula a educação profissional técnica de nível médio e o ensino médio. O curso é oferecido a quem concluiu o ensino fundamental e é planejado de modo a conduzir os estudantes à habilitação profissional técnica de nível médio, na mesma instituição de ensino, contando com matrícula única para cada estudante (art. 4º, § 1º, inc. I do Decreto n. 5154, de 23 de julho de 2004).

Os instrumentos de coleta e análise de dados

Durante as entrevistas acima referidas, uma atenção especial foi dada à condução do procedimento para evitar gestos ou comentários que pudessem induzir as respostas. Após a gravação das entrevistas em áudio, no procedimento de transcrição dos relatos, as falas não sofreram nenhuma modificação, mantendo-se assim, a linguagem utilizada pelos enunciadores para garantir a confiabilidade e a legitimidade dos resultados da pesquisa. Importante assinalar que por maior que seja o empenho ético na transcrição dos dados coletados na entrevista, o presente estudo está limitado à irredutibilidade e à transitividade do real, pois, numa perspectiva bakhtiniana, não se pode almejar reproduzir a realidade concreta quando concebemos os sujeitos como únicos e suas realidades como eventos singulares (Bakhtin, 2011).

Coerentes com o pensamento bakhtiniano, analisaremos os discursos produzidos pelo professor e pelos estudantes buscando responder às questões propostas para este estudo, já apresentadas anteriormente: que sentidos os estudantes atribuem ao ensino de Física? Que sentidos os estudantes atribuem à perspectiva histórica no ensino de Física? A análise e a discussão dos dados serão realizadas com base na triangulação dos dados contidos na dissertação de mestrado elaborada pelo docente, nas entrevistas concedidas por ele e pelos alunos e nos elementos que integram o contexto extraverbal em que ocorreram as situações discursivas analisadas.

Inspiradas no trabalho já realizado por Veneu et al. (2015) realizamos a leitura dos enunciados, seguida pela descrição e articulação entre os elementos linguísticos, os elementos presentes no contexto extraverbal comum aos participantes envolvidos e os fundamentos teóricos que dão suporte à análise. Assim, levando em conta o horizonte social dos entrevistados, cumpriu-nos também interpretar o contexto em que eles apresentaram seus pontos de vista sobre o ensino de Física e a abordagem histórica, condição determinante na organização das ideias contidas em seus enunciados. A articulação das dimensões linguística, contextual e conceitual buscou, de forma dialógica e recursiva, compreender o sentido global dos enunciados que poderiam contribuir para a obtenção de respostas às questões de pesquisa.

É importante ressaltar que esse movimento de interlocução, de certa forma, insere as pesquisadoras no processo de interação em que participam os sujeitos de sua pesquisa e os enunciados por eles proferidos. Isto porque a produção de sentidos não se dá apenas a partir dos códigos linguísticos identificados nos enunciados, mas decorre de uma relação dialógica na qual as pesquisadoras interpõem a esses enunciados, as suas contrapalavras. Para Bakhtin (2011), a relação dialógica é uma relação (de sentido) que se estabelece entre enunciados, de tal forma que *“dois enunciados distantes um do outro, tanto no tempo quanto no espaço, que nada sabem um sobre o outro, no confronto dos sentidos revelam relações dialógicas se entre eles há ao menos alguma convergência de sentidos”* (p. 331).

Ou seja, para atribuímos sentido ao que dizem os participantes da pesquisa, o significado linguístico não nos basta, porque *“[...] não é possível ocupar uma posição responsiva em relação a uma posição isolada se não sabemos que o falante disse com essa oração tudo o que quis dizer, que essa oração não é antecedida nem sucedida por outras orações do mesmo falante”* (Bakhtin, 2011, p. 287). Portanto, quando verbalizamos o entendimento dos enunciados que analisamos, assumimos uma ativa posição responsiva, visto que em toda comunicação discursiva a *“compreensão é prenhe de resposta”* (Bakhtin, 2011, p. 271).

Por outro lado, a responsividade segundo Bakhtin (2011) implica em juízos de valor, uma vez que a *“[...] compreensão plena real é ativamente responsiva e não é senão uma fase inicial preparatória da resposta (seja qual for a forma em que ela se dê)”* (p. 272). Por essa razão, os participantes da pesquisa, ao serem entrevistados, atentaram para as respostas ou contrapalavras que seus discursos poderiam provocar: *“Há sempre um interlocutor, ao menos em potencial. O locutor pensa e se exprime para um auditório social bem definido”* (Bakhtin/Volochinov, 2009, p.16). Dessa forma, a análise poderá determinar a direcionalidade dos enunciados, indicando a quem eles se dirigem. Cabe, portanto, destacar que não se busca “o” sentido dos enunciados quando a perspectiva dialógica rege a análise dos enunciados. As interpretações e deduções apresentadas neste estudo se tornam possíveis quando considerada a perspectiva teórico-metodológica adotada. A esse respeito diz Bakhtin *“[...] não pode haver o primeiro nem o último sentido, ele está sempre situado entre os sentidos, é um elo na cadeia dos sentidos”* (Bakhtin, 2011, p. 382).

Em síntese, os caminhos metodológicos aqui adotados levaram-nos a buscar os resultados da pesquisa incorporando características próprias dos campos teóricos aos quais nos filiamos, sem, no entanto, desconsiderar as especificidades dos participantes e das situações analisadas. Para evitarmos,

através da análise das práticas do docente e das percepções dos estudantes, uma generalização que reduzisse e simplificasse suas experiências, utilizamos procedimentos que evidenciassem a singularidade dos pesquisados (Catarino, 2013).

Nas seções seguintes, apresentaremos a análise e a discussão dos dados que nos permitiram interpretar as percepções do professor e dos estudantes envolvidos na investigação e discutiremos os fatores que podem intervir na construção dos sentidos atribuídos à Física e à sua abordagem histórica.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA

Tendo em vista as questões propostas para investigação no presente estudo, organizamos a discussão dos dados da pesquisa em três blocos analíticos. Buscaremos, no primeiro bloco, apresentar aspectos do contexto extraverbal que compõem os enunciados analisados. No segundo bloco, analisaremos enunciados que possibilitem a compreensão dos sentidos que os participantes da pesquisa atribuem ao ensino de Física. No terceiro e último bloco, voltaremos nossa atenção para os sentidos que são atribuídos à abordagem histórica dos conteúdos de Física.

O contexto extraverbal que compõe os enunciados analisados

Como já dito, a busca da compreensão das formas de atribuição de sentido sobre o ensino de Física na perspectiva bakhtiniana nos levou a estabelecer o diálogo entre enunciados dos estudantes e do docente que lhes ministrou aulas da disciplina. Bakhtin (2011) afirma que é no interior das relações discursivas que ocorrem as apropriações singulares que interpretam e dão sentido ao mundo. Tendo por fundamento esse postulado bakhtiniano, os questionamentos dirigidos ao docente e seus alunos tiveram por objetivo possibilitar a observação das relações dialógicas e do entrecruzamento das vozes que podem ter contribuído para a atribuição de sentidos que buscamos neste estudo.

Para apreendermos as condições concretas em que os enunciados dos participantes da pesquisa se apresentaram nas entrevistas, passamos, a seguir, a explicitar algumas especificidades relativas ao contexto em que tais situações discursivas ocorreram.

Antes mesmo de concluir a graduação em Física, o docente já atuava como professor de Física. Em 2008, quando iniciou o Mestrado, ele atuava exclusivamente na rede particular de ensino, atendendo a 18 turmas de Ensino Médio, perfazendo uma carga horária semanal de 38 tempos. O ingresso no Mestrado em Ensino de Ciências deveu-se à expectativa de aprimoramento de suas qualificações profissionais através dos aspectos teóricos, metodológicos e epistemológicos do ensino das ciências. De sua experiência profissional veio a motivação para elaborar a dissertação de mestrado, defendida em 2011. Insatisfeito com a forma como a Física era apresentada aos alunos do Ensino Médio, o docente questionava, em seu trabalho de final de curso, a excessiva utilização de fórmulas que servem para resolver problemas artificiais, criados exclusivamente para serem resolvidos por essas mesmas fórmulas.

O produto educacional descrito na dissertação do docente versava sobre o surgimento da cosmologia e a consolidação de dois modelos cosmológicos mais atuais. Optando por um viés histórico, sua intenção era instigar a participação e atender ao interesse dos estudantes. A aplicação do produto educacional em duas turmas de segundo ano do Ensino Médio em uma escola particular do Rio de Janeiro, obteve, segundo o docente, resultados positivos.

Em 2013, dois anos após a conclusão do Mestrado, o docente, informado sobre o objetivo do nosso projeto de pesquisa, aceitou participar de uma entrevista individual semiestruturada em que narrou sua experiência com a abordagem histórica dos conteúdos da Física ministrada no Ensino Médio. Dois anos mais tarde, numa segunda entrevista o docente descreveu o trabalho que estava desenvolvendo em uma nova instituição de ensino.

O convite para as duas entrevistas foi feito por um de seus professores do Mestrado. Na primeira entrevista, a entrevistadora era uma pessoa com a qual o docente já havia tido contatos anteriores, pelo fato de ser filiada ao mesmo programa de pós-graduação em que ele concluiu o Mestrado. A segunda entrevista foi concedida pelo docente a uma das autoras do presente artigo, também filiada ao referido programa. Pelo fato de conviverem no mesmo espaço institucional, professores e alunos vinculados ao Mestrado ou Doutorado oferecido pelo programa de pós-graduação, dividem os mesmos espaços físicos, fazem reflexões e discussões no âmbito do mesmo campo teórico, tem acesso às mesmas fontes de consulta e participam dos mesmos eventos para divulgação de suas pesquisas.

Vale ressaltar que, embora durante as entrevistas o docente estivesse diante de seus pares, a situação de pesquisa acadêmica exigiu que ele assumisse lugares enunciativos diferentes daqueles que vivenciava no convívio informal com colegas e professores. Nessa perspectiva dialógica, podemos depreender que tal situação de enunciação, de acordo com Bakhtin (1997) se inscreve no gênero secundário do discurso. Diferente dos gêneros primários que mantêm vínculo com o diálogo cotidiano, os gêneros secundários, “surgem nas condições de um convívio cultural mais complexo e relativamente muito desenvolvido e organizado” (p. 263). Segundo o pensador russo “*A distinção entre gêneros primários e gêneros secundários têm grande importância teórica*” (Bakhtin, 1997, p. 281). Concordamos com Rocha et al. (2004) ao afirmarem que, a enunciação decorrente de uma entrevista realizada em situação de pesquisa acadêmica não corresponde ao gênero primário pelo fato de existirem roteiros semiestruturados a serem seguidos que podem inibir a interação espontânea dos entrevistados.

À época da segunda entrevista o professor tinha onze anos de magistério, não mais atuava na rede particular de ensino e atuava como professor e coordenador pedagógico do Ensino Médio em uma instituição federal de ensino, como dito anteriormente. Em 2015, quando assumiu a turma do Ensino Médio integrado ao Técnico de Informática, o docente descreveu suas impressões em relação ao desempenho dos alunos, produzindo o seguinte enunciado:

“Hoje eu pego uns alunos que eu não sei a história deles. Eu não sei qual a relação deles com a disciplina, na verdade, eu sei que não é muito bom porque metade dos meus alunos entraram por cota. Então, está sendo ótimo porque eu estou tendo alunos que podem ter até problemas em matemática mas conseguem entender algumas discussões em ciências. Então, o contexto social ali, com certeza, influencia. Assim: mesmo quem já sabe muita matemática, como uns que fizeram cursinhos preparatórios para entrar nesta instituição, que não foram os cotistas, eles lidam muito bem com o conteúdo da forma como está sendo mais trabalhado”.

No enunciado transcrito acima o docente aborda duas questões que ajudam a compor o horizonte social onde ocorrem as situações enunciativas que analisaremos a seguir. Ao iniciar seu enunciado, o docente revela sua expectativa em relação à aprendizagem dos estudantes cotistas e, a seguir, demonstra sua satisfação com a maneira como eles têm reagido “*ao conteúdo da forma como está sendo mais trabalhado*”. Nesse momento, o docente refere-se à forma positiva como os estudantes participaram das aulas onde foram discutidos os contextos históricos, sociais e culturais de produção da ciência. Para efeito de organização do presente estudo, abordaremos essa questão mais adiante, quando nos referirmos aos sentidos atribuídos pelos alunos à abordagem histórica do ensino de Física.

Os cotistas, referidos no enunciado acima, são os estudantes amparados pela Lei nº 12.711/2012³. Ao distinguir o desempenho desses alunos, o docente demonstra reconhecer que, independentemente do contexto social de origem, os estudantes cotistas mostram-se aptos a compreender as discussões sobre a ciência.

A relação dialógica que se estabelece entre o enunciado do docente e o discurso dos pesquisadores também se manifesta quando ele se refere aos “*problemas em matemática*” que seus alunos cotistas poderiam apresentar. A insuficiência de conhecimentos matemáticos é apontada nas pesquisas como um problema para o ensino de Física (Rezende et al., 2004) Isso porque considera-se que “*Quem não souber Matemática não poderá apreciar verdadeiramente a Física, nem os seus princípios nem as suas conclusões*” (Fiolhais, 2005, p. 29) e ainda, que a Matemática é a linguagem que permite a compreensão dos fenômenos físicos (Pietrocola, 2002). As vozes do docente e dos pesquisadores resultam no que Bakhtin denomina de discurso bivocal onde “[...] *essas duas vozes estão dialogicamente correlacionadas, como que se conhecessem uma à outra (como se duas réplicas de um diálogo se conhecessem e fossem construídas sobre esse conhecimento mútuo), como se conversassem entre si*” (Bakhtin, 2010, p. 127).

Em outro momento da entrevista, quando compara o trabalho que desenvolveu anteriormente em escolas particulares do Rio de Janeiro com a ação pedagógica desenvolvida na turma dos estudantes participantes da pesquisa, o docente elogia a participação dos mesmos:

“Hoje eu tenho um público de uma outra cidade do interior do Rio de Janeiro, e como os alunos entraram por concurso, convergem alunos de algumas cidades ainda menores, que são vizinhas do município onde se localiza a escola. Os alunos têm uma relação diferente com a escola. Não faço juízo de valor, de melhor

³ Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/D7824.htm

ou pior, mas diferente. Uma coisa mais tranquila, uma coisa que você cutuca e ele fala, ele é menos armado contra a escola, contra o professor, ele vem um pouco mais inocente. E ele participa de forma mais ingênua. E esse ingênuo não é pejorativo”.

A escola com a qual, segundo o docente, “os alunos têm uma relação diferente” é uma instituição federal de ensino que oferece, além do Ensino Médio integrado ao Técnico, cursos de bacharelado, licenciatura e pós-graduação lato sensu. Propondo-se a oferecer atividades de ensino, pesquisa e extensão que leve à formação humanística, científica, tecnológica, ética, política e social dos profissionais que nele estudam, o estabelecimento de ensino apresenta uma imagem que remete os ingressantes à expectativa de emprego e prosseguimento de estudos. De acordo com as informações disponíveis no site da instituição, a proposta é promover a formação integral de profissionais capazes de contribuir para o desenvolvimento da sociedade.

Os sentidos atribuídos ao ensino de física

Para compreendermos os sentidos que os alunos participantes da pesquisa atribuem ao ensino de Física, visitamos a turma em que atua o docente investigado e, após apresentarmos o objetivo da pesquisa e as etapas já realizadas, convidamos os estudantes para uma entrevista individual. Nosso convite foi aceito por um aluno e duas alunas, doravante denominados E1, E2 e E3. E1 é um jovem de 16 anos, E2, uma jovem também de 16 anos e E3, uma jovem de 15 anos. Na entrevista, perguntamos inicialmente: “Você gosta de Física?”. Obtivemos como resposta os seguintes enunciados:

E1: *“Gosto. Mais do que outras matérias. Mas tenho outras preferidas. Biologia, Química, acho que só. Para mim foi mais fácil entender Biologia e Química do que as outras matérias. Física, principalmente, eu entendo. Mas às vezes tenho dificuldade. Em movimento retilíneo eu tive bastante dificuldade para entender o conceito, a teoria. Mas depois eu fui bem”.*

E2: *“Gosto. Eu não sou tão boa em matemática. Não é a minha área. Mas, eu gosto da matéria de Física, eu gosto das aulas de Física, e até já pensei em seguir na área, mas acho que meus conhecimentos de matemática não são suficientes”.*

E3: *“Olha, essa é uma matéria, que, às vezes, eu tenho dificuldade. Mas, ao mesmo tempo eu gosto. Mas eu não sei se eu queria fazer alguma coisa relacionada à Física. Mas eu gosto sim. Se eu estiver entendendo, melhor ainda. Não amo, mas eu gosto. Gosto de ligar uma televisão, você entende o mecanismo, você sabe o que está acontecendo”.*

Mesmo tendo atribuído um valor positivo à Física, os estudantes fazem ressalvas. Nos enunciados de E2 e E3 observamos a relação que as alunas estabelecem entre a Física, o prosseguimento dos estudos e o ingresso no mercado de trabalho. Quando se referem a “seguir na área” (E2) e “fazer alguma coisa relacionada à Física” (E3), ambas não vislumbram, na Física, tais possibilidades. Nesse sentido, para as duas alunas, os conteúdos da disciplina não teriam valor após a conclusão do Ensino Médio.

A posição de distanciamento assumida pelas duas alunas em relação à disciplina tem sido objeto de reflexão em alguns estudos que atribuem o afastamento do campo da ciência à reputação associada a ela: a ciência é difícil de entender e não é feminina (Olinto, 2011; Grossi et al., 2016). Visto ser a aprendizagem um processo de aquisição de cultura, ao optarem pela Física, os estudantes, especialmente as jovens, não estão apenas escolhendo uma área de estudos, mas envolvendo-se com práticas e conhecimentos que definem maneiras de ver, de falar, de fazer, próprias da cultura científica (Krogh e Thomsen, 2005; Schreiner, 2006; Schreiner e Sjoberg, 2007).

O enunciado de E2 revela ainda o entendimento de que a Matemática, mesmo tendo sido uma disciplina presente desde o início de sua trajetória escolar, poderia representar um entrave caso a aluna optasse por aprofundar seus estudos sobre a Física. A relação que E2 estabelece entre a Matemática e a Física é, de maneira geral, bastante comum entre os estudantes do Ensino Médio e podem ser reforçadas por discursos docentes semelhantes ao descrito por Karam e Pietrocola (2009, n.p.): *“Não raro, depois de julgarem ter interpretado a física de um problema, professores alertam seus alunos que “agora a física acabou, a partir daqui é só matemática”.*

Quando E3 fala de sua satisfação em saber “o que está acontecendo” ao seu redor e atribui esse prazer pessoal à aprendizagem da Física, leva-nos a supor que a aluna se apropria de discursos alheios

para atribuir à Física um sentido instrumental que lhe permitiria entender o mundo e atuar nele. Essa visão utilitária da Física reflete uma concepção de ciência como critério de verdade.

Buscando aprofundar a compreensão sobre a relação que os três estudantes estabelecem com a Física, perguntamos: “Você acha que, de modo geral, os alunos têm dificuldade para aprender Física?”

E1: *“Aqui na escola não, porque é uma escola técnica, e o número seria menor, mas existem pessoas que têm dificuldade. As pessoas mais propensas à área de humanas têm mais dificuldade em Física e Matemática”.*

ENTREVISTADORA: *“O que você acha que pode causar essa dificuldade?”*

E1: *“Não sei. Acho que ficam muito dentro da fórmula. As pessoas praticamente estão ali para aprender a fórmula. E eu acho que incentivam muito os professores a ficarem dando fórmula, fórmula, o que está atrás da fórmula, são os nossos exames, porque eles abordam só a fórmula, em vez de como chegar a uma fórmula. Então eu acho que esse caso ajuda bastante os alunos a terem dificuldade. Muitos amigos meus falaram que física é basicamente matemática. E não é. Tem outras coisas. E o P1 foi o primeiro professor que mudou isso.”*

Nos enunciados de E1 observamos que o jovem utiliza o índice de possibilidade “eu acho que” para se aproximar das diferentes vozes alheias que sustentam o seu argumento de que as fórmulas matemáticas seriam a causa das dificuldades que os estudantes apresentam em Física. Essa atitude de E1 pode ser interpretada como direcionada à entrevistadora pelo fato dele levar em conta sua posição enunciativa: não assumir totalmente seu enunciado diante de alguém a quem ele atribui um discurso de autoridade.

Identificamos no enunciado de E1 as seguintes vozes sociais: dos professores que “ficam muito dentro da fórmula”; daqueles que “incentivam” os professores a priorizarem as fórmulas; dos “exames” que seriam os responsáveis pela presença das fórmulas na Física; dos “muitos amigos” que veem a íntima relação da Física com a Matemática. Assumindo uma atitude dialógica de distanciamento em relação a essas vozes, E1 aprova e ressalta a atuação do docente que “mudou isso”.

Posicionando-se como seu colega, E2 também demonstra acreditar que as fórmulas matemáticas são o grande problema da Física.

E2: *“Aqui não. Porque aqui tem bastante gente de exatas e eu acho que facilita. Mas eu vejo que nas outras escolas as pessoas têm bastante dificuldade.”*

ENTREVISTADORA: *“Por que?”*

E2: *“Não sei, porque às vezes você tem que praticar muito para você conseguir mexer com as fórmulas, sabe? Porque você tem a fórmula pronta e você tem que ter algumas sacadas para você conseguir mexer e aplicar. E se você não tem, às vezes os problemas conseguem complicar a nossa vida. O enunciado às vezes não é tão claro e você tem que ter uma imaginação bem fértil para conseguir realmente imaginar aquilo. Porque é como eu falei. A física é aplicada no nosso cotidiano, geralmente. Tirando que você está estudando, sei lá... não sei o que você vai estudar lá... mundos, tudo o mais... fica mais difícil você aplicar no nosso dia a dia. Mas geralmente você consegue fazer uma relação com o cotidiano e aí o probleminha vai ter a ver com isso, e você não consegue entender muito bem. Então acho que esse é o problema. Não é nem a matemática em si. Porque as questões que a gente vê na escola, e as contas, assim, não são difíceis. O problema é trabalhar com as fórmulas, entendeu?”*

Ao explicar à entrevistadora sua resposta, a jovem utiliza uma modalidade impessoal ao empregar o pronome “você”, uma marca típica da oralidade. Utilizada pelo falante que, segundo Casotti (2009, p. 1456), busca o envolvimento com seu interlocutor, o pronome “[...] deixa de designar um sujeito definido – a segunda pessoa do discurso – para designar um sujeito genérico”. E2 não estava se referindo à entrevistadora quando dizia “você”, mas estava enunciando frases impessoais, como se dissesse, por exemplo, “porque às vezes se tem que praticar muito para se conseguir mexer com as fórmulas, sabe?”

Diferente dos anteriores, os enunciados de E3 não parecem considerar as fórmulas como a origem da dificuldade que ela e seus colegas porventura tenham.

E3: *“Acho que tem, mais ou menos, até eu tenho, dependendo do assunto”.*

ENTREVISTADORA: *“Mais do que em outras disciplinas?”*

E3: *“Não. Eu acho que em outras disciplinas aqui, eles têm maior dificuldade. As do técnico [as disciplinas ligadas à informática] principalmente. Mas física a gente tira dúvida, um aluno pede ajuda ao outro e até o professor explica bem. Se você estudar, levar a sério, acho que vai.”*

A jovem atribui o sucesso ou insucesso na disciplina ao esforço pessoal e acredita que o processo de apropriação dos conteúdos se dá devido a colaboração dos colegas e do professor. Observa-se que, nos enunciados de E1 e E2, a figura do professor também está presente. Para E1, a ação dos docentes, de maneira geral, é determinada por agentes externos. De modo particular, o jovem considera seu professor como o responsável pela reversão do quadro em que as fórmulas dificultam a aprendizagem. E2, indiretamente refere-se ao professor quando critica os problemas e os exercícios que, a seu ver, *“conseguem complicar”* a vida dos estudantes.

Buscando ampliar nossa compreensão sobre a relação dos estudantes com a Física, perguntamos a eles: *“Fora da escola tem alguma coisa da Física que chama sua atenção?”* Em resposta a essa pergunta eles produziram os seguintes enunciados:

E1: *“Não vou falar que não tem, porque tem. Mas eu tenho que lembrar. Astronomia me encanta muito. Sempre procuro ler. Minha visita ao planetário em 2008, eu gostei muito. Mas, tem outras coisas que, provavelmente, eu não vou lembrar, mas, o espaço, para mim, é a coisa da Física que mais me chama a atenção”.*

E2: *“Eu costumo ver documentários porque eu gosto. Aí se o documentário for sobre um assunto interessante, for bem feito, eu gosto de assistir. Em rede social eu sempre sigo páginas de relacionamentos que falam de pesquisa científica e tudo o mais. Aí quando é do meu interesse eu acabo lendo. Eu sempre gostei de saber sobre as novas descobertas em relação a astronomia e tudo mais”.*

E3: *“Não.”*

ENTREVISTADORA: *“Mas você se interessa por outras áreas?”*

E3: *“Mais ou menos. Só quando eu tenho interesse em um assunto é que eu vou pesquisar. Fora isso, só quando tem trabalho, uma coisa assim. Eu me interesso por assuntos históricos, para saber como aconteceu alguma coisa, saber onde é o lugar, o país.”*

Considerada uma área científica intrigante e motivadora para o público escolar (Kantor, 2001; Langui e Nardi, 2009; Ubinski e Strieder, 2013), a Astronomia foi buscada por E1 e E2 em espaços de educação não formal e em ambientes digitais. E3, diferentemente de E1 e E2, afirmou que, nas leituras espontâneas que realiza fora do domínio escolar, seu interesse não se volta para a Física. Ao receber essa resposta, a entrevistadora procura ampliar a compreensão do interesse da aluna que afirmou se interessar *“mais ou menos”* por *“assuntos históricos”*. Como os enunciados estão sempre carregados de um conteúdo vivencial ou ideológico (Bakhtin/Volochinov, 2009), pode-se depreender que a expressão *“mais ou menos”* equivale a uma resposta negativa em relação ao seu interesse pelo conhecimento científico que circula fora da escola.

Ao buscarmos compreender a posição dos estudantes observamos que, cruzando fronteiras culturais da sala de aula, E1 e E2 manifestam interesse pela Astronomia veiculada em espaços como o planetário e a Internet (Aikenhead, 1996). Quando consideramos as estratégias didáticas utilizadas e descritas pelo docente, é possível pensar que os estudantes tenham tido esse interesse despertado pelo conteúdo das aulas.

“Eu adotei o currículo mínimo do Estado, que eu sabia que era um trabalho que o professor Y tocou, e aí eu abracei a causa do currículo mínimo e eu estou trabalhando o currículo mínimo na risca. No que ele concebe que seja. Então assim: a mudança é muito grande. Hoje os meus alunos começam o ano

discutindo evolução de modelos cosmológicos até culminar... a gente ainda não culminou, mas a gente está caminhando, discutindo, a gente foi para Aristóteles, passamos em Newton, agora a gente vai começar a discutir Einstein. A gente discutiu se Galileu olhou para o céu ou não, com a luneta, como que o argumento construído para você tirar o pano de fundo lá de Aristóteles, com as estrelas todas colocadas lá naquele pano de fundo, e aí eu tento argumentar com eles, sempre dizendo assim: isso pode mostrar para vocês como a ciência caminha e que eu acredito que não vai mudar muito. Quem vai ser advogado, quem vai trabalhar com informática, essa é uma discussão que você pode carregar para sempre. As equações de cinemática provavelmente vocês vão esquecer. E ainda assim um trabalho que ajudou, foi o professor de Matemática abriu um espaço e ele trabalhou as equações. Eu comentei o que era movimento com eles, a gente discutiu movimento, a gente usou Aristóteles para discutir movimento retilíneo uniforme. E quem colocou na prova foi o professor de matemática. Porque eles estavam vendo funções em matemática e o professor colocou, corrigiu e me deu assim: eles acertaram tantos por cento dessas questões, que envolviam as equações. E aí ele pontua tanto na matemática quanto na Física. De certa forma, deu para mostrar para eles que o que o colega está vendo em outro colégio, é que ele vê separado de uma disciplina para outra. Vocês estão vendo junto matemática com Física. Que é a parte matemática, mas a Física a gente está discutindo mais essa parte da ciência, e de certa forma também, eu reduzo o papel da Física para eles como uma parcela das ciências. E que não é “a ciência”, mas estamos dentro de um bojo, tanto é que eu me refiro muitas vezes mais à ciência do que à Física.”

O Currículo Mínimo a que se refere o docente foi elaborado em 2012 por um grupo de professores selecionados pela Secretaria de Estado de Educação do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2011). O documento representa um conjunto de decisões educativas que definem o que, como e por quê ensinar os conteúdos (Monçores, 2014). Elaborado em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002), propõe a abordagem histórico-filosófica dos conteúdos, de forma que “[...] todos os grandes temas começam a ser apresentados por meio de uma abordagem considerada mais concreta. Há preocupação com a contextualização histórica e com a formação do senso crítico do estudante em todas as séries [...]” (Lutz et al., 2012, p. 5).

O documento descreve as competências e habilidades básicas a serem contempladas nos planos de curso e nas aulas, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre. Para o primeiro ano do Ensino Médio, está previsto o estudo de cosmologia/movimento, forças, relatividade restrita e geral e Impulso, momento linear e conservação do momento sejam trabalhos no primeiro ano do Ensino Médio, associados ao conteúdo de Mecânica.

Quando o docente fala em “mudança” refere-se ao fato de que, ao adotar o Currículo Mínimo, rompe com a abordagem convencional dos conteúdos da disciplina no início do Ensino Médio que tem sido “sinônimo de mecânica clássica, ou provocando distorções ao fazerem uma abordagem extremamente superficial dos conteúdos, dando a impressão ao estudante que Física é um ramo da Matemática” (Pires e Veit, 2006, p. 241). A sequência que o docente inicia “discutindo a evolução de modelos cosmológicos”, está prevista no Currículo Mínimo, que propõe, para o primeiro bimestre do primeiro ano do Ensino Médio, o desenvolvimento das seguintes habilidades e competências:

- Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.

- Reconhecer a importância da Física Aristotélica e a influência exercida sobre o pensamento ocidental, desde o seu surgimento até a publicação dos trabalhos de Isaac Newton.

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

- Saber comparar as ideias do Universo geostático de Aristóteles-Ptolomeu e heliostático de Copérnico-Galileu-Kepler.

- *Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés etc.).*
- *Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas.*
- *Compreender a relatividade do movimento.*
- *Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.*
- *Compreender os conceitos de velocidade e aceleração associados ao movimento dos planetas.*
- *Reconhecer o caráter vetorial da velocidade e da aceleração.*

Com base nos enunciados transcritos acima, pode-se depreender que os estudantes, respondendo à atuação do professor, atribuem à Física o sentido de explicação das verdades do mundo. Os jovens veem a disciplina estreitamente associada à Matemática, considerada um instrumento que, de forma ambígua, é ao mesmo tempo inerente ao conhecimento da Física e dificulta o aprendizado da mesma.

Os sentidos atribuídos à perspectiva histórica no ensino de física

Iniciamos a busca dos sentidos atribuídos à abordagem histórica dos conteúdos da Física analisando os enunciados que o docente produziu na primeira entrevista que nos concedeu. Enquanto cursava o Mestrado, a inquietação com o formalismo matemático o levou a optar por descrever em sua dissertação a elaboração de um texto paradidático sobre questões filosóficas que permeiam a construção de teorias científicas. Os seus questionamentos estabelecem uma relação dialógica com discursos de pesquisadores e estudiosos no âmbito do ensino de Física no Brasil. Os resultados desses trabalhos têm denunciado a preponderância de uma abordagem em que as aulas são exclusivamente expositivas, o professor é o centro do processo, os conteúdos são selecionados segundo uma visão mecanicista, as atividades restringem-se à resolução de exercícios e à memorização de fórmulas e não apresentam significado para os alunos, que, por sua vez, são tratados de forma isolada e não como seres sociais (Catarino, 2013). Na primeira entrevista, o docente descreve o processo que o levou, enquanto cursava o Mestrado, a decidir sobre o tema do texto paradidático:

“No início foi confuso, por não ter, quando eu entrei [no Mestrado], uma vivência em História e Filosofia da Ciência. E aí, na verdade, seduz muito, né? Eu pensei, quando entrei, em fazer alguma coisa nessa linha de História e Filosofia. Fui buscando alguma coisa para encontrar uma questão que respondesse a um problema da educação. O mais estimulante para mim foi sempre a expectativa do efeito que o produto iria provocar no formato da turma. E aí, a expectativa de como isso iria transcorrer era o que, na verdade, dava tesão para fazer o produto. O difícil talvez seja produzir um texto adequado à linguagem do público com quem você vai trabalhar. Ao mesmo tempo em que você está escrevendo para o adolescente, você começa a pensar numa dissertação que é uma linguagem clichê. Então você vai fazer uma coisa que tem duas linguagens que não são as mesmas. Você tem que separar o que você está falando para um, do que você vai dizer para o outro. Então, na hora de produzir o produto, você começa a ficar na dúvida em relação à cara que ele está tomando. Se vai ficar muito maçante, é uma preocupação contínua. É difícil. E aí acabou culminando na ideia de falar sobre finito versus infinito e com a ideia também de quebrar algumas ideias sobre coisas que já estão postas como uma teoria única, o Big Bang, E aí mostrar que pode haver uma outra hipótese, que as duas bebem da mesma fonte, e cada uma tem uma interpretação diferente. Quem está certo? Quem está errado? E aí, essa discussão é que acabou culminando na dissertação”.

Observa-se que, ao descrever o processo de escolha do tema de seu produto educacional, o docente dialoga com diversas vozes sociais. Ele direciona inicialmente seu enunciado a supostos destinatários, seus professores que, durante o Mestrado, lhe apresentaram a História e a Filosofia da Ciência, quando afirma o poder de sedução das disciplinas. O docente também é responsivo às exigências acadêmicas ao se referir à “*linguagem clichê*” do trabalho acadêmico, além de reproduzir as vozes que

defendem a coexistência de diferentes teorias para explicar o mundo e refuta as ideias dos adeptos de teorias únicas sobre a origem do universo.

Contrariando a cultura do ensino de Física descrita por Hottecke e Silva (2011), o docente demonstra a intenção de incorporar ao seu trabalho pedagógico debates e discussões com os estudantes sobre o conhecimento científico. Dessa forma, o docente rompe com a concepção empirista-indutivista⁴ de ciência na qual prevalece a ideia de que o conhecimento científico é confiável, é provado e, portanto, inquestionável. Hottecke e Silva (2011) afirmam que, na cultura do ensino de Física, as leis e teorias são concebidas como verdades absolutas. Sobre essas verdades não cabem discussões e debates na sala de aula: aos estudantes resta apenas a memorização dos conteúdos.

Mesmo tendo apresentado na dissertação uma proposta que buscava contrariar elementos da cultura do ensino de Física, o docente não conseguiu, após a conclusão do Mestrado, desenvolver as atividades previstas em uma das escolas privadas em que atuava. A intenção de adotar uma abordagem histórico-filosófica como possibilidade de fornecer aos alunos uma ferramenta de avaliação crítica da realidade frustrou-se diante de restrições existentes na escola. Na primeira entrevista, o docente relata suas dificuldades:

“O trabalho foi uma coisa mais avulsa. Teve a discussão, os alunos adoraram, mas não houve o comprometimento com todo o programa do terceiro ano. Por exemplo: esse ano eu comecei a dar Termodinâmica, no terceiro ano, eu mudei um pouco a ordem das coisas. Em vez de gases perfeitos, primeira lei, segunda lei, eu comecei a discutir as máquinas térmicas antes de falar das leis, mostrando que a gente devia começar a estudar isso para poder começar a pensar o que ia acontecer. E estendeu um pouquinho demais e eu acabei falando um monte de coisa que não é necessariamente matéria, equação. Fiquei discutindo, falando nas situações. Recebi uma queixa da coordenação: de que eu falava demais em sala. Uma turma formalizou: o professor fala demais e está fazendo exercícios de menos com a gente. E a coordenação me enquadrou. Me disseram assim: “Você está falando demais em sala, você está batendo papo demais”. Porque o aluno distorce: se não é matéria, matéria, equação, ele acha que não está acontecendo. Até porque também isso destoa um pouco do formato que essa turma vivenciou até chegar ao terceiro ano. Os colegas que me antecederam trabalham de maneira bem tradicional. E aí como eu não segui tão tradicional assim acabou gerando esse desconforto. Porque eu me senti “desincentivado” a fazer outras coisas assim. Pensei: aqui não há espaço para eu me sentir à vontade, até porque, uma coisa que eu até coloquei, acho que numa aula do Mestrado, é que um dos fatores que impede são seus pares. Por exemplo: eu sou o mais novo de uma equipe que tem uma visão. Ainda mais num colégio assim, que você tem vontade de ficar por uma questão salarial e, essa equipe começa a te minar se você começa a fazer uma coisa muito diferente do que eles fazem. Então assim: eu optei por me tolher.”

No enunciado acima, quando o docente se refere ao “trabalho” que desenvolveu de forma “avulsa” está descrevendo a reaplicação do produto educacional que elaborou ao final do Mestrado. Ao descrever a reação dos alunos às discussões que tinham por objetivo situar historicamente o conteúdo da Termodinâmica, o docente parece não considerar o quanto sua ação pedagógica implicou na ruptura da estabilidade e da rigidez da cultura do ensino de Física na qual os alunos estavam imersos.

A forma como os estudantes perceberam, sentiram e agiram diante das estratégias didáticas do professor, foi aprendida em várias interações sociais ao longo de suas vidas. O desconhecimento ou a desconsideração dos valores dessa cultura levam o docente a pensar que “o aluno distorce” o sentido de sua prática, mesmo reconhecendo que sua opção metodológica “destoa um pouco do formato que essa turma vivenciou até chegar ao terceiro ano”. A atitude da coordenação da escola, que o “enquadrou”, é coerente com o esforço de manter a ordem administrativa. A cultura do ensino de física é o fundamento dessa ordem e das regras que levam os coordenadores, ocupantes de uma posição hierárquica superior, a impor restrições à iniciativa inovadora do docente.

⁴ Na concepção empirista-indutivista “o observador científico registra fielmente os dados observados, fazendo isso sem preconceitos, exorcizando os ‘ingredientes’ sociais, pessoais, linguísticos e filosóficos que podem perturbar o seu trabalho. Com base no princípio da indução, partindo do particular para o geral, baseando-se na quantidade e qualidade dos dados obtidos, ele chega as leis e teorias (Köhnlein e Peduzzi, 2002, p. 3).

As restrições apresentadas pela coordenação não se referem, nem discutem, as implicações pedagógicas da abordagem histórica. A relação de forças entre o capital cultural do docente e a autoridade administrativa da coordenação se dá num campo de lutas onde posições dominantes esforçam-se por conservar a cultura vigente na escola (Bourdieu, 2013). Reconhecendo a legitimidade de uma força externa à lógica de suas convicções pedagógicas, o docente se sentiu “desincentivado”, mas criou maneiras de transformar, de alguma forma, as regras que lhe foram impostas, como descreve no enunciado a seguir.

“O que mudou, assim, que eu percebo, na minha prática e principalmente na prática daquele cotidiano foi: esses conteúdos, sempre que havia uma brecha, eu trabalhava de forma diferente do restante dos meus colegas. Um exemplo: uma coisa que mudou claramente foi o ensino de Termodinâmica. Classicamente existe uma sequência que você pega do livro, em que você vai trabalhar gases, equação de Clapeyron, etc. Depois que você varre tudo isso, a construção dos gráficos, você entra nas máquinas térmicas. Uma consequência que acabou acontecendo para mim é: eu não conseguia mais começar isso, sem falar de máquinas térmicas primeiro. Eu começo Termodinâmica sempre agora por máquinas térmicas. Porque elas vão trazer a complexidade que você tem para estudar a contribuição da discussão histórica, da contribuição da tecnologia antecedendo a ciência. De alguma forma, eu trazia aquelas discussões, mas normalmente com uma crítica, que eu acho assim, ainda era um pacote, pelo menos introdutório. Em vez de começar já com uma equação, você começava com uma discussão para, depois, tentar tornar mais palatável aquilo que vai ser empurrado goela abaixo, que é a segunda parte, que é, realmente, um pouco mais tradicional.”

A descrição feita pelo docente apresenta a abordagem histórica do ensino dos conteúdos da Física como um objetivo que ele, “sempre que havia uma brecha”, buscava alcançar. Ainda que tenha conseguido apenas implementar um “pacote” de modo “introdutório”, a maneira diferenciada que o docente ensinou Termodinâmica dialogava com diversas vozes defensoras da ideia de que os elementos da HC podem proporcionar uma visão crítica sobre o processo de construção do conhecimento científico (Guerra et al., 2009; Silva, 2006; Trindade, 2008;).

Ao tentar tornar o ensino de Termodinâmica “mais palatável” para seus alunos, o docente não apenas inverteu a ordem de apresentação dos tópicos de estudo, mas promoveu uma mudança metodológica. Ao iniciar o estudo das relações entre calor e trabalho, falando das máquinas térmicas, o docente possibilita discussões sobre aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais da construção da ciência. Nesse contexto, a Física é apresentada para além das equações e fórmulas e a Matemática é utilizada como um “recurso do pensamento para estruturação das teorias físicas” (Silva e Pacca, 2011, p. 11). A opção pela abordagem histórica dos conceitos estudados na Termodinâmica dentro do contexto em que eles surgiram, possibilita a discussão de conceitos abstratos, como o de energia, ao mesmo tempo em que os alunos observam o funcionamento da máquina (Hülsendeger e Borges, 2003).

Dando prosseguimento ao seu enunciado, o docente descreve as mudanças profissionais que lhe garantiram maior autonomia para desenvolver o trabalho em que acredita:

“Quando eu optei por sair da iniciativa privada, e vim para esta instituição, eu pedi para dar aula no Ensino Médio. Aí junto com esse pedido, veio o convite para eu ser o coordenador. E aí a mudança foi radical, eu acho que eu ganhei uma liberdade. O formato da aula é completamente diferente. Tanto é que a sala já me incomoda. O tradicional joguinho de filas e colunas, fileiras colocadas umas do lado das outras, porque na verdade, você caminha pela sala, você interage, você escuta o aluno. Literalmente, hoje, considero que o que eu venho fazendo na sala de aula é uma boa prática. Porque é uma prática pedagógica que talvez eu esteja pela primeira vez vivendo uma situação em que eu acredito no que eu estou fazendo. Eu tenho argumento, me sinto apto a debater para defender a minha posição. As provas que eu dou, as provas bimestrais, elas são provas que são características: sessenta por cento da prova é escrita, não tem conta. Tanto é que o espaço foram linhas para ele dissertar. E quarenta por cento, as vezes até menos, aí sim, envolve alguma questão de uma equação, que surge daquele bojo, se é uma disfunção da gravitação de Newton, se aquela equação é só um instrumento, se os índices são reais ou o fenômeno que ela descreve se ele é real, se é realista ou instrumentalista. Então mudou, mudou muito. Não está precisando fazer boxezinhos. Na verdade, ficaram boxes para alguma equação matemática,

alguma discussão. Inverteu. Então eu faço um box, como por exemplo, na semana passada, eles queriam falar sobre velocidade orbital. Então eu fiz um box com eles para calcular velocidade orbital, satélite, geoestacionários, impactos para comunicação, satélite militar, qual é a diferença, aí a gente faz um boxezinho, sai do contexto que a gente está seguindo, e depois retoma pelo eixo condutor. ”

Sem as restrições pedagógicas e administrativas vividas anteriormente, o docente descreve a maneira como transformou “o formato” de suas aulas: a disposição das carteiras, as interações com os alunos, a elaboração das avaliações bimestrais e a utilização de boxes para dar destaque aos aspectos históricos. A alusão aos boxes reproduz as vozes dos pesquisadores que criticam o sentido ilustrativo e superficial da HC nos textos e livros didáticos (Bittencourt e Prestes, 2011).

Confrontando-se com a cultura do ensino de Física, o docente afirma ter adotado a HC como o eixo condutor, uma opção metodológica na qual os aspectos históricos permeiam o desenvolvimento dos conteúdos da Física e a HC deixa de ser apenas um apêndice presente apenas na introdução dos temas a serem estudados. A apropriação do discurso da HC e o emprego da abordagem em sua prática pedagógica provocaram, segundo o docente, mudanças no desempenho dos estudantes, como descrito no enunciado transcrito a seguir:

“O que eu tenho percebido é uma maior participação, uma vontade de participar, capacidade de responder perguntas como, por exemplo, na prova. Não que não tenha notas baixas. Existem alunos com notas baixas. Na verdade, é interessante: não tem tantos 10, mas também não tem tantos zeros. Eu interpreto isso da seguinte forma: o que a gente está discutindo se torna algo possível de ser entendido por eles. Eles metabolizam mais, eles usam as vezes. No segundo bimestre se repetiam alguns argumentos do primeiro bimestre, por exemplo sobre a Física aristotélica. No segundo bimestre a gente discutiu Copérnico, Galileu e Newton, aí eles usavam dos argumentos para fazer a comparação. Então isso para mim evidenciou uma mudança. Aí tem o outro lado: tem alunos que tem uma dificuldade enorme de escrever, mas aí quando vou para conselho de classe, eu percebo assim: ele não tem problema só em Física. Tradicionalmente, a Física, por si só, ela já dá conta de causar problemas na vida do aluno. E eu vi que os alunos que estão com problemas não estão com problemas só em Física, estão com problemas em todas as disciplinas. ”

É possível observar que a abordagem histórica, na visão do docente, estimulou a participação dos estudantes e possibilitou o entendimento da Física de tal forma, que as discussões ocorridas em sala de aula se incorporaram aos argumentos deles. Com o objetivo de compreender como os estudantes perceberam essa mudança, fizemos a eles duas perguntas: “O que você acha da matéria de Física que é ensinada na escola?” e em seguida, “Como você vê a abordagem histórica do ensino de Física?” Os estudantes produziram os seguintes enunciados:

E1: *“Importante. Mas, não sei como eu vou usar ela depois. Por exemplo: eu acho que a Matemática e a Geometria eu usaria mais. Eu acho que a Física eu usaria em profissões mais científicas, pesquisa, análises, mas fora disso, tem a área médica também, que o professor falou com a gente. Mas, fora isso, eu não sei. Então, eu acho que seria importante, mas, o básico é ensinado na escola, então eu acho que não deixa faltar nada”.*

ENTREVISTADORA: *“Como você vê a abordagem histórica do ensino de Física?”*

E1: *“Não sei. Acho que o básico sobre a pessoa que criou o sistema, sobre os meios que ela utilizou para achar a resposta, seria o ideal. Eu acho que dois tempos é pouco. Não tenho certeza, mas acho que 3 tempos seria o ideal para ensinar os dois. Acho que se o professor tem que explicar a história por trás, mais tempo iria ajudar bastante. Tem aulas que a gente tem até que ficar um pouco mais para terminar a matéria. ”*

Apesar de considerar importante e o aprendizado “básico” da Física, E1 acredita que a disciplina está restrita a áreas de atuação específicas e afirma que o conteúdo aprendido na escola é suficiente pois “não deixa faltar nada”. Em relação à abordagem histórica, apesar de não demonstrar muita certeza, o jovem parece acreditar que a HC se resumiria em informações sobre os cientistas e seus instrumentos. E1 reproduz assim as vozes dos autores de textos didáticos que, de maneira reducionista, citam grandes personagens sem levar em conta o contexto em que ocorrem os episódios históricos. Quando perguntado

sobre as mudanças que proporia para a disciplina, seu enunciado se caracteriza por um hibridismo⁵ que apresenta diferentes posições:

E1: *“Não sei bem como responder, mas acho que outros materiais poderiam ser mais explorados. Nem que fosse uma visita, uma excursão a um laboratório, acho que poderia ser mais utilizado. Não precisaria ser necessariamente na escola. Acho que poderia ser em outras escolas, outros locais, para o aluno conseguir ter acesso a esses equipamentos. Acho também que deveriam incluir no currículo novas matérias. Matérias além do básico que a gente tem hoje. A gente está praticamente estudando física do passado. A gente só estudou o que foi descoberto, não o que foi desenvolvido. Acho que essas seriam as mudanças principais. Podia ser um pouco mais dinâmico e abandonar um pouco a matemática. Ensinar mais teoria, ensinar mais história. Vou citar uma coisa aqui que foi o que eu mais gostei. Foi Óptica. Foi uma das matérias que eu mais entendi porque é menos exata. Você tem que pensar sobre a Óptica e fazer diversas suposições, várias hipóteses, para descobrir a verdade. Então eu acho que não é tirar a Matemática, mas conciliar os dois seria um pouco melhor. Uma coisa que eu acho também é a associação da Física com outra área que também ia ajudar bastante. Por exemplo, nós estamos vendo máquinas termodinâmicas e o professor deu o exemplo do pistão que ajudou bastante a entender a matéria. Então eu acho que a associação da matéria com algo que está presente no dia a dia ia ajudar bastante”.*

E1 atribui à Física o sentido de produtora de verdades que podem ser alcançadas a partir de *“diversas suposições, várias hipóteses”*. Apesar de mostrar sua satisfação com a disciplina no enunciado anterior, o aluno sugere mudanças: *“ter acesso”* a materiais diferenciados, a conteúdos que possam ir além da *“física do passado”*, a temas mais *“dinâmicos”*, *“abandonar um pouco a matemática, ensinar mais teoria, ensinar mais história”*, abordagens interdisciplinares em que ocorressem *“associação da Física com outra área”*, contextualização com *“algo que está presente no dia a dia”*. É possível presumir que, direcionando seu enunciado a um suposto destinatário, o professor da turma, embora não tenha inicialmente criticado o ensino da disciplina, E1 sugere mudanças, enumerando alterações metodológicas, que, caso fossem adotadas, poderiam ajudá-lo a entender e gostar mais da Física.

Bakhtin (1997) afirma que *“o enunciado, desde o início, elabora-se em função da eventual reação-resposta, a qual é o objetivo preciso de sua elaboração”* (p.320). Nesse sentido, ainda que, no momento da entrevista, o docente não tenha sido o seu interlocutor direto, E1 pode ter considerado a reação-resposta dele. Vale lembrar que a entrevistadora foi apresentada à turma como colega do docente, o que indica uma possível proximidade entre ambos. E2, da mesma forma que E1, nas respostas às mesmas perguntas, direciona seu enunciado ao professor:

E2: *“Eu acho que com o professor está sendo bem tranquilo. No ano passado eu não gostava muito porque apesar de eu gostar de história, a gente tem que ver a necessidade do vestibular. E no vestibular não cobra muito isso. Eu tinha a sensação que eu não estava aprendendo muito as fórmulas e tudo o mais, sabe? Eu não estava realmente sabendo o que precisava saber. Mas, esse ano, ele já está conseguindo fazer as duas coisas e eu tenho realmente gostado muito das aulas dele. No ano passado eu gostava das aulas, mas eu tinha a sensação de que não seria suficiente para o vestibular. E aí esse ano eu estou conseguindo aprender bem a parte de fórmulas e tudo o mais, ele conseguiu explicar muito bem. Porque no ano passado ele ficava muito na teoria, sabe? A gente tem um tempo meio apertado, aí não dava tempo de passar tudo o que ele gostaria de passar. Acredito que se ele tivesse mais tempo, seria legal ele continuar um trabalho fazendo a parte histórica e também as fórmulas. Só que o nosso tempo não tem como. Mas assim, do jeito que ele está fazendo esse ano, está sendo muito bom.”*

ENTREVISTADORA: *“Como você vê a abordagem histórica do ensino de Física?”*

⁵ O enunciado apresenta traços de hibridismo cultural por conter palavras que podem ser identificadas como pertencentes a enunciados de outras pessoas (Bakhtin, 1981).

E2: *“Eu acho que quanto mais você consegue misturar a matemática com a história, fica melhor. Porque parece que, por mais que seja ao mesmo tempo, às vezes parece que é completamente separado. Você aprende a história e você sabe como aquilo tudo surgiu. E aí depois você vai direto para as fórmulas e se esquece completamente a história. Mas você sabe explicar a história, mas isso não faz tanta diferença. Talvez se a gente conseguisse aprender junto com as fórmulas, talvez fizesse alguma diferença. E do jeito que é, não faz tanta diferença. Por mais que eu entenda ambos. Eu não vejo uma ligação realmente, entende? Eu sei que o cientista chegou a pesquisar aquilo ali, mas nem sempre faz sentido o porquê dele ter conseguido aquelas fórmulas, e tudo o mais, entendeu? Talvez se conseguisse intercalar mais a história com a física, e, ao mesmo tempo com a matemática, ficaria mais fácil. Porque parece que é separado. Você tem uma parte da matéria que é história, outra parte que é física realmente.”*

O enunciado de E2 revela o sentido instrumentalista da Física em relação ao vestibular. Na percepção da estudante, as aulas de Física dadas pelo docente não ofereciam o que ela “precisava saber”. Ou seja, a HC, que a aluna chama de “teoria”, não é o que ela “realmente” precisa saber. O sentido acessório, complementar e, de certo modo, desnecessário que E2 atribui a HC é aceito como válido desde que a “física realmente” seja trabalhada. Por pensar assim, E2 propõe, como mudança, o aumento da carga horária da disciplina, como se observa no enunciado transcrito abaixo:

E2: *“Eu não sei. Eu realmente gostaria de ter mais tempos de aula de física. Acho que, na minha situação, seria melhor ter mais tempos de física. Porque eu gosto do jeito que o professor trabalha com a gente. Principalmente esse ano. Esse ano, eu tenho gostado muito das aulas de física, e até brinco com as meninas. Eu falo que eu sei o que eu quero fazer na faculdade, mas eu saio da aula de física achando que eu quero fazer outra coisa. Porque eu tenho gostado do jeito das aulas dele. Mas assim: eu acho que tinha que ter mais tempo. Porque, por mais que ele explicasse e tal, eu acho que tinha que ter um tempo separado para se fazer exercício com o professor. Sabe? Não é só fazer o exemplo. Eu gostaria de ter mais tempo para fazer os exercícios em sala e tirar a dúvida com ele, na hora. Porque muitas vezes eu vou fazer dever em casa - ele passa bastante exercício - aí eu vou fazer, às vezes eu tenho uma dúvida e quando eu chego na escola, por mais que eu tente tirar a dúvida, por exemplo, eu marquei a questão, eu não lembro mais o que eu realmente não sabia naquele momento. Aí, se eu pudesse fazer mais vezes na sala de aula, com ele por perto, seria melhor”.*

A mudança que E2 percebeu na prática do professor foi tão importante, que abalou suas convicções em relação à carreira que gostaria de seguir. Pode-se depreender, nos enunciados da aluna, que o professor intensificou o estudo das fórmulas matemáticas. Quando propõe mudanças, E2 parece supor que o aumento na carga horária conciliaria suas necessidades com a opção metodológica do professor. Suas sugestões têm o propósito de conservar aqueles elementos da cultura do ensino de Física que lhe são familiares, tais como o professor explicar e resolver listas de exercícios com os alunos em sala de aula, tirando dúvidas sobre os cálculos matemáticos. E3 tem outra visão do processo educativo vivido ao responder como vê a Física:

E3: *“Eu acho importante, como todas as outras. E eu não tenho ponto negativo para falar. Só em relação aos cálculos, porque quando o professor passa muito cálculo, só cálculo, fórmula, você só troca os números e tem os resultados, aí eu acho um pouco errado. Porque você não aprende, sabe? E a fórmula você normalmente vai esquecer. Agora quando você sabe como funciona, a história de um determinado assunto, acho que fica na cabeça e você tem uma relação com o cotidiano, você pode relacionar com ações, sabe? Com o cotidiano que está próximo de você. Eu acho mais fácil de você aprender. Na prática. Não no cálculo, mas na prática. Você vê o que está acontecendo, experimenta, uma coisa assim, acho legal”.*

ENTREVISTADORA: *“Como você vê a abordagem histórica do ensino de Física?”*

E3: *“Porque quando você entende o que está acontecendo, você vê sentido naquilo, você vai fazendo links assim, e você pode até mesmo montar a fórmula. Não precisa decorar a fórmula. Porque pode chegar o futuro, numa prova assim, você esquecer a fórmula. Mas se você sabe a relação pode ser que você monte*

alguma coisa, consiga desenvolver alguma coisa. Não sei. Eu acho que tem que ter os dois. Tem que ter a parte teórica e a parte prática. Eu acho que seria perfeito. E acaba, os alunos têm mais dificuldade em uma ou na outra, e aí acho que daria mais certo. ”

Ainda que o docente afirme ter privilegiado discussões em detrimento de fórmulas, E3 reprova o uso exaustivo dos cálculos. Ao afirmar que os aspectos históricos aproximam a Física do seu cotidiano e lhe permite estabelecer relações, a aluna indica que o emprego da HC dá sentido aos conteúdos da disciplina e faz com que eles não sejam esquecidos. A aluna posiciona-se de maneira favorável à abordagem histórica e parece atribuir a ela um sentido prático. Quando aponta mudanças para o ensino de Física, E3 reforça suas afirmações:

E3: “Ah não sei. Mas acho que é os professores inserirem a história da ciência. Em vez de só cálculo, só cálculo, aquele negócio massivo, aí inserir a história, fazer mais experimentos em sala com os alunos, mostrar vídeos, fazer relações com o cotidiano, que eu acho que é bem mais próximo de você aprender do que uma coisa muito abstrata, tipo longe de você. O problema também é que os vestibulares, também, é só fórmula, sabe? Tem texto, assim, interpretar, mas é praticamente você aplicar a fórmula”.

O enunciado de E3 mostra seu interesse pelas atividades experimentais. A aluna parece acreditar que os conteúdos de Física se tornariam mais próximos do seu cotidiano se o docente fizesse “*mais experimentos em sala com os alunos*”. Os cálculos e as fórmulas representam para a aluna uma “*coisa muito abstrata*”, que está distante dela. Ao se referir à prática, E3 está se referindo a um dos elementos da cultura do ensino de Física em que a prática experimental seria considerada capaz de explicar o funcionamento do que se vê no cotidiano. Na prática habitualmente apresentada na escola, o fenômeno científico é demonstrado pelos professores e isso não gera dúvidas, mas certezas, verdades.

A importância das atividades experimentais tem fomentado debates entre os pesquisadores da área de ensino de ciências. Diversos estudiosos problematizam a ideia de que tais atividades se constituem em recursos didáticos capazes de promover o envolvimento e o interesse dos estudantes e, por essa razão, são importantes auxiliares na compreensão dos conteúdos da Física (Séré et al., 2003; Araujo; Abib, 2003). Amplamente difundidas, as vozes desses pesquisadores ecoam no discurso dos professores, que, de maneira geral, considerem os experimentos didáticos como recursos que motivam os estudantes a aprenderem Física. No entanto, filósofos da ciência afirmam que as atividades empíricas não cumprem o papel de tornar os conceitos menos abstratos. Isso porque apresentam marcas de posturas epistemológicas de cunho empiricista-positivista, cuja característica “[...] *é a crença na concepção de que o conhecimento se origina através da experiência e é validado através da indução. Por isso, o destaque à importância do experimento para a suplantação do caráter abstrato dos conceitos*” (Monteiro, 2010, p. 214). Consideradas pouco presentes nas salas de aula, essas atividades são recomendadas pelas pesquisas (Borges, 2002; Moraes e Moraes, 2000; Rosa, 2014) e pelos PCN’s (Brasil, 2002), desde que apoiadas em referenciais que tenham como pressuposto a associação de experimentos com aulas teóricas, de forma complementar, possibilitando aos professores mostrar o conhecimento científico em situações práticas. A efetividade da atividade experimental “[...] *depende da ação do professor, de sua capacidade de fazê-la funcionar adequadamente e de torná-la um elemento desencadeador de interações sociais profícuas*” (Gaspar e Monteiro, 2005, p. 249).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento ou o desconhecimento sobre os fenômenos físicos e a participação destes no desenvolvimento tecnológico têm consequências culturais, econômicas, sociais e políticas. A indiscutível importância da apropriação desses saberes pelos alunos na escola básica é desafiada pela atitude aparentemente desinteressada dos estudantes do Ensino Médio brasileiro pelas aulas de Física.

Tendo em vista a dimensão cultural do estudo da disciplina explicitada no presente estudo, dispusemo-nos a investigar os sentidos atribuídos pelos estudantes à Física e à sua abordagem histórica. Com base na perspectiva bakhtiniana, analisamos os enunciados produzidos por um professor de Física e três de seus alunos. A análise foi empreendida através do entrecruzamento das vozes sociais identificadas nos enunciados e no contexto extraverbal que deu sentido aos enunciados produzidos. O horizonte social comum aos participantes da pesquisa e a situação em que ocorreu a produção dos enunciados possibilitam a compreensão de que o docente, embora considere insuficiências no conhecimento de alguns de seus

estudantes, os concebe como receptivos, participativos e capazes de compreender as discussões que propõe sobre a Física.

Em resposta às questões que guiaram o presente estudo, é possível afirmar que o docente concebe a Física como uma construção humana que ocorre em diferentes contextos históricos, sociais e culturais. Os estudantes atribuem a Física um sentido positivo e explicativo, porém instrumental e utilitário: a disciplina é considerada um campo de saber de difícil entendimento, preponderantemente matemática, e, ainda, dispensável ao prosseguimento dos estudos em determinadas áreas do conhecimento.

Os sentidos atribuídos pelos estudantes à abordagem histórica do ensino dos conteúdos de Física respondem ativamente à forma como o professor participante da pesquisa adota a HC no ensino. Observamos que as interações vividas durante a trajetória profissional do docente foram determinantes em relação ao tratamento dos aspectos históricos descritos nos seus enunciados: quando passou a exercer a função de Coordenador e, concomitantemente, continuou a dar aulas de Física para a turma de do Ensino Médio integrado ao Técnico, o docente, valendo-se da autoridade de sua nova posição profissional, julgou ter liberdade de adotar um currículo que correspondesse às suas convicções pedagógicas. Nessas circunstâncias, o docente parece provocar uma ruptura na cultura do ensino de Física ao instituir um currículo em que a Matemática, antes preponderante, deixa de figurar como o conhecimento central. Dessa forma, o docente inverte os sentidos que ele atribuía anteriormente ao conhecimento matemático, que, mesmo sendo considerado indispensável, é tratado como auxiliar ao ensino de Física.

Dessa forma, ao abordar historicamente os conteúdos da disciplina, o docente traz questionamentos com o objetivo de promover a atribuição de novos sentidos para a ciência, que, na percepção dos seus alunos, é produtora de conhecimentos verdadeiros e inquestionáveis. Essa mudança provocada pelo docente abala a cultura do ensino de Física disseminada entre os estudantes. Apesar de apreciarem as aulas do professor, apesar de apreciarem o conteúdo histórico, aqueles estudantes continuam esperando pela Física que lhes explica as verdades sobre o mundo.

Assim, a atuação do docente, ao trabalhar a abordagem histórica, provocou desconforto nos estudantes que, confrontados com diferentes vozes sociais, não veem sentido na memorização de fórmulas e nos repetitivos exercícios matemáticos, mas têm a expectativa de que esse conhecimento, considerado por eles indispensável em relação ao vestibular, lhes seja garantido.

Portanto, por não terem sido explicitados os pressupostos que deram origem às mudanças na apresentação do conteúdo da disciplina, os estudantes continuaram a ter a expectativa de aprender a Física que contém verdades, seja pela via da experimentação, seja pela via dos cálculos matemáticos. Nesse sentido, a HC não lhes parece ser o caminho para aprender.

Os resultados aqui apresentados nos levam a pontuar a necessidade de se promover, na formação docente, reflexões acerca do papel que as interações verbais exercem sobre os sentidos que os estudantes atribuem à Física. Assim como os sentidos negativos atribuídos pelos estudantes nasceram das interações e diálogos sociais, novos sentidos podem ser tecidos, com outros “fios ideológicos” (Bakhtin (Volochinov), 2009, p. 42). Sob as lentes da perspectiva bakhtiniana pode-se afirmar que, ao se verem confrontados com rupturas na cultura do ensino de Física na qual se acham inseridos, os estudantes podem responder aos elementos de uma nova cultura materializada na prática docente, nos currículos, nos materiais didáticos e nos valores legitimados pelas autoridades escolares. Nesse confronto, os estudantes poderão perceber que o desconforto que a Física lhes causa, pode ser revertido.

Na relação dialógica que se estabelece no cotidiano da escola, os professores, a partir da identificação dos sentidos que seus alunos atribuem à Física, podem lançar mão do excedente de visão de que dispõem para promover discussões que possam contribuir para a produção de novos sentidos em relação à disciplina. Essa posição exotópica poderá levar os professores a identificarem e problematizarem junto aos estudantes os meandros da cultura na qual a Física, de difícil compreensão, traz verdades, seja pela matemática, seja pela experimentação. Nesse caminho, os professores podem, então, problematizar o sentido atribuído às aulas de Física como espaço de resolução de problemas matemáticos, capazes de preparar os estudantes para o ingresso no ensino superior.

Nossa análise indica, portanto, não ser suficiente a mudança de aspectos da prática docente quando, na disputa pela conservação das regras da cultura de ensino estabelecida na escola, os estudantes mantêm a expectativa de receberem os conteúdos que os preparem para o vestibular e que apresentem as verdades sobre o mundo. Ao mesmo tempo, sendo responsivos ao docente que não privilegia a memorização de fórmulas, esses estudantes estão interessados em entender para aprender e querem uma

Física que possa se encaixar no mundo que faz sentido para eles, sem deixar, entretanto, de requerer problemas matemáticos que privilegia a memorização de fórmulas.

Compreender tal demanda significa entender as redes de disputas, coações e interdependências nas quais os professores, alunos e autoridades escolares encontram-se envolvidos. Significa ainda ter clareza de que a opção pela abordagem histórica não é uma escolha desinteressada, mas um investimento na transformação de uma cultura de ensino que não estimula o interesse pela Física.

Endossando os resultados das pesquisas que apontam como possível causa para o desinteresse o desrespeito à cultura dos alunos, acredita-se que o reconhecimento dos sentidos que os alunos atribuem à Física e à sua abordagem histórica pode contribuir para que não seja imputada exclusivamente a eles a responsabilidade pelo desinteresse observado.

REFERÊNCIAS

- Abramovay, M., & Castro, M. G. (2003). *Ensino médio: múltiplas vozes*. Brasília: UNESCO, MEC.
- Aikenhead, G.S. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52. Recuperado de https://www.usask.ca/education/documents/profiles/aikenhead/sse_border.pdf
- Angell, C., Kind, P. M., Henriksen, E. K., & Guttersrud, O. (2008). Implementation of empirical-mathematical modelling in upper secondary physics: Teachers' interpretations and considerations. *Nordic Studies in Science Education*, 4(2), 113-122. Recuperado de <https://www.journals.uio.no/index.php/nordina/article/view/284>
- Araujo, M. S. T., & Abib, M. L. V. S. (2003). Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 176-194. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- Arruda, S. M., & Baccon, AL. P. (2007). O professor como um “lugar”: uma metáfora para a compreensão da atividade docente. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, 9(1), 112-131. Recuperado de <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/123>
- Asbahr, F. S. F. (2014). Sentido pessoal, significado social e atividade de estudo: uma revisão teórica. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 18(2), 265-272. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/pee/v18n2/1413-8557-pee-18-02-0265.pdf>
- Bakhtin, M. M. (2015). *Problemas da poética de Dostoiévski*. (5a ed.). Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Bakhtin, M. M. (2011). *Estética da criação verbal*. (6a ed.). São Paulo: Editora WMF Martins Fontes.
- Bakhtin, M. M. (2010). *Questões de literatura e de estética: a teoria do romance*. (5a ed.). São Paulo: Editora HUCITEC.
- Bakhtin, M. M. (1997). *Estética da criação verbal*. (2a ed.). São Paulo: Martins Fontes.
- Bakhtin, M. M. (1981). *The dialogic imagination: four essays*. Austin University of Texas Press.
- Bakhtin, M. M., & Volochinov, V. N. (2009). *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico da linguagem*. (13a ed.). São Paulo: Hucitec.
- Bang, M., & Medin, D. (2010). Cultural process in science education: Supporting the navigation of multiple epistemologies. *Science Education*, 94, 1008–1026. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20392/full>
- Baptista, M., Freire, S., Carvalho, C., Freire, A., Azevedo, M., & Oliveira, T. (2011). Cursos de educação e formação: Uma oportunidade para questionar práticas de sala de aula e reconstruir identidades escolares. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 151-170. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-1172011000200151&lng=en&nrm=isso&tlng=pt

- Bastos, F. (1988). O Ensino de Conteúdos de História e Filosofia da Ciência. *Ciência & Educação*, 5(1), 55-72. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v5n1/a06v5n1.pdf>
- Bezerra, E. V. L. (2014). *Análise de propostas didáticas de história e filosofia da ciência para o ensino de Física*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná), Curitiba. Recuperado de http://www.exatas.ufpr.br/portal/ppgecm/wp-content/uploads/sites/27/2016/03/040_EvaldoVictorLimaBezerra.pdf
- Bittencourt, F. B., & Prestes, M. E. B. (2011). Análise da disposição das informações acerca da história da genética nos livros didáticos aprovados no PNLEM-2007. *V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL). IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE)*. Recuperado de <http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/comunicacoes/T220.pdf>
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>
- Bourdieu, P. (2013). *La nobleza de Estado: Educación de elite y espíritu de cuerpo*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.
- Bozelli, F. K., & Nardi, R. (2006). O uso de analogias no ensino de Física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(3), 77-100. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2245/1644>
- Brasil, Ministério da Educação. (2002). PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>
- Casotti, J. B. C. (2007). Marcas de oralidade em entrevista da imprensa escrita. In Anais do *Colóquio de Estudos Linguísticos e Literários*. Maringá, 1448-1459. Recuperado de http://www.ple.uem.br/3celli_anais/trabalhos/estudos_linguisticos/pfd_linguisticos/037.pdf
- Catarino, G. F. C. (2013). *A aula de física como gênero: reflexões sobre educação científica formal, não formal e outras formas...* (Tese de Doutorado em Educação, Universidade Federal Fluminense), Rio de Janeiro. Recuperado de https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popu p=true&id_trabalho=656210
- Dahlet, P. (2005). Dialogização enunciativa e paisagens do sujeito. In Brait, B. (Ed.). *Bakhtin dialogismo e construção do sentido* (pp.55-84). (2a ed.). Campinas: Editora da Unicamp.
- Finkelstein, N. D., & Price, E. (2005). Seeding Change: The Challenges of Transfer and Transformation of Educational Practice and Research in Physics. *Physics Education Research Conference*, 790(15). DOI:10.1063/1.2084690
- Fiolhais, C. (2005). Relação da Física com a Matemática. *Revista Educação e Matemática*, (81), 29-31. Recuperado de http://www.apm.pt/files/ano_fisica_low_424ac014774eb.pdf
- Forato, T.C.M., Pietrocola, M., & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27/18162>
- Gaspar, A., & Monteiro, I. C. C. (2005). Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino em Ciências*, 10(2), 227-254. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518/315>
- Geertz, C. (2008). *A interpretação das culturas*. (1a ed.). Rio de Janeiro: LTC.
- Grossi, M. G. R., Borja, S. D. B., Lopes, A. M., & Andalécio, A. M. L. (2016). As mulheres praticando ciência no Brasil. *Revista Estudos Feministas*, Florianópolis, 4(1), 11-30. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/44269/31677>

- Guerra, A., Braga, M., & Reis, J. C. (2009). Um Curso de Cosmologia na Primeira Série do Ensino Médio com enfoque Histórico-Filosófico. In Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória, ES: UFES. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0448-1.pdf>
- Heering, P. (2016). The Educational Potential of Teaching Science as Culture. *Science & Education*, 25(7), 745-746. Recuperado de [DOI:10.1007/s11191-016-9855-1](https://doi.org/10.1007/s11191-016-9855-1)
- Henke, A., & Höttecke, D. (2015). Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching. *Science & Education*, 24(4), 349-385. Recuperado de [DOI:10.1007/s11191-014-9737-3](https://doi.org/10.1007/s11191-014-9737-3)
- Hodson, D. (1991). Philosophy of science and science education. In Matthews, M. R. *History, philosophy, and science teaching: selected readings* (pp.19-32). Toronto/New York: OISE/Teachers College.
- Hottecke, D., & Silva, C. (2011). Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, 20(3-4), 293-316. Recuperado de <http://www.bu.edu/hps-scied/files/2012/10/H%C3%B6ttecke-HPS-Why-Implementing-History-and-Philosophy-in-School-Science-Education-is-a-Challenge.pdf>
- Hülsendeger, M. J. V. C., & Borges, R. M. R. (2003). A História da Ciência no ensino da Termodinâmica. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, São Paulo. Recuperado de <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/130/180>
- Jegede, O., & Aikenhead, G. (2004). Transcending cultural borders: Implications for science teaching. In Scanlon, E., Murphy, P., Thomas, J., & Whitelegg, E. (Eds.). *Reconsidering science learning* (pp.153-175). London: Routledge.
- Kantor, C. A. (2001). *A ciência do céu: uma proposta para o Ensino Médio*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de São Paulo), São Paulo. Recuperado de http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2001_KANTOR_D_USP.pdf
- Karam, R., & Pietrocola, M. (2009). Discussão das relações entre matemática e física no ensino de relatividade restrita: um estudo de caso. Atas do *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC*. Recuperado de <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/vii/enpec/pdfs/1529.pdf>
- Köhnlein, J. F. K., & Peduzzi, L. O. Q. (2002). Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia, São Paulo. Recuperado de http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/PA3_01.pdf
- Krawczyk, N. (2009). *O ensino médio no Brasil*. São Paulo: Ação Educativa.
- Krogh, L.B., & Thomsen, P.V. (2005). Studying students' attitudes towards science from a cultural perspective but with a quantitative methodology: *Border crossing into the physics classroom*. *International Journal of Science Education*, 27(3), 281–302. [DX.DOI.ORG/10.1080/09500690412331314469](https://doi.org/10.1080/09500690412331314469)
- Langhi, R., & Nardi, R. (2009). Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(4), 4402. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a14.pdf>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood: Ablex Publishing Corporation.
- Lutz, L., Barcellos, M., & Guerra, A. (2012). Mudança curricular no Estado do Rio de Janeiro e a Física Moderna e Contemporânea. In Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xiv/sys/resumos/T0189-1.pdf>
- Martins, L. L. A. P. (2005). História da Ciência: Objetos, Métodos e Problemas. *Ciência & Educação* 11(2), 305-317. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/10.pdf>
- Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual da Reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>

- Monçores, E. O. (2014). *Uma proposta para facilitar a prática docente no ensino da teoria da relatividade especial no Ensino Médio*. (Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação), Rio de Janeiro. Recuperado de http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/8824
- Monteiro, M. A. (2010). *Discursos de professores e de livros didáticos de física do nível médio em abordagens sobre o ensino da física moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais*. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista), São Paulo. Recuperado de https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102055/monteiro_ma_dr_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moraes, A. M., & Moraes, I. J. (2000). A avaliação conceitual de força e movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22(2), 232-246. Recuperado de http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_232.pdf
- Olinto, G. (2011). A inclusão das mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, 5(1), 68-77. Recuperado de <http://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/427/1/GildaO.pdf>
- Pietrocola, M. (2002). A matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, Florianópolis, 17(1), 93-114. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297/8588>
- Pires, M., & Veit, E. (2006). Tecnologias de informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(2), 241-248. Recuperado de <http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/050903.pdf>
- Quintal, J. R., & Guerra, A. (2009). A História da Ciência no Processo ensino-aprendizagem. *A Física na Escola*, 10(1), 21-25. Recuperado de <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a04.pdf>
- Rezende, F., Lopes, A. M. A., & Egg, J. M. (2004). Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de professores. *Ciência & Educação*, Campinas, 10(2), 185-196. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n2/04.pdf>
- Ricardo, E. C. (2010). Problematização e contextualização no ensino de física. In Carvalho, A. M. P. (Ed.). *Ensino de Física* (pp.29-47). São Paulo: Cengage Learning.
- Rio de Janeiro. (2011). Currículo Mínimo. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. Recuperado de <http://conexoescola.rj.gov.br/curriculo-basico/fisica>
- Rocha, D., Daher, M. C., & Sant'Anna, V. (2004). A Entrevista em situação de pesquisa acadêmica: reflexões numa perspectiva discursiva. *Polifonia – Revista do Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem do Instituto de Linguagens*. UFMT, Cuiabá: Editora Universitária, 7(8). Recuperado de http://www.pgletras.uerj.br/gtlet/arquivos/Del_Entrevista_academica_Polifonia8.pdf
- Rosa, C. T. W. (2014). A experimentação como estratégia de ação no ensino de Física: da história às novas tendências. In Rosa, C. T. W., Marasini, S. M., Mistura, C. M. *Reflexões pedagógicas: cenários de iniciação à docência – Física – Química – Matemática* (pp. 19-43). Passo Fundo: Editora UPF Universidade de Passo Fundo.
- Santos, E. I., Piassi, L. P. C., & Ferreira, N. C. (2004). Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção a autonomia de professores de Física: uma experiência em formação Continuada. Atas do *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*. Recuperado de <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0058-1.pdf>
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science—Seen as signs of late modern identities*. Doctoral dissertation, Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo, Norway. Recuperado de <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-schreiner-thesis.pdf>
- Schreiner, C., & Sjoberg, S. (2007). Science education and youth's identity construction—Two incompatible projects? In Corrigan, D., Dillon, J., Gunstone, R. (Eds.). *The re-emergence of values in the science curriculum* (pp. 231-249). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

- Séré, M. G., Coelho, S. D., & Nunes, A. D. (2003). O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 30-42. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046>
- Silva, C. C. (2006). *Estudo de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para aplicações no Ensino* (pp. 03-21). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Silva, D. N., & Pacca, J. L. A. (2011). O ensino da Termodinâmica e as contribuições da História da Ciência. *VIII Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências*, Campinas, São Paulo. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienepec/resumos/R0555-1.pdf>
- Silvestri, K. V. T., & Bassinello, P. Z. (2011). A cultura revolucionária e circular de Bakhtin. In Grupo de Estudos dos Gêneros do Discurso. *Questões de cultura e contemporaneidade: o olhar oblíquo de Bakhtin* (pp.153-160). São Carlos: Pedro & João Editores.
- Sorpreso, T. P. (2008). *Organização de episódios de ensino sobre a questão nuclear para o ensino médio foco no imaginário de licenciandos*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas), São Paulo. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/252029/1/Sorpreso%2c%20Thirza%20Pavan.pdf>
- Trindade, D. F. (2008). A interface ciência e educação e o papel da história da ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47(1), 01-07. Recuperado de <http://rieoei.org/2562.htm>
- Ubinski, J. A. S., & Strieder, D. M. (2013). Iniciação científica em astronomia na educação básica. *Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI*, 9(17), 44-51. Recuperado de http://www.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_017/artigos/pdf/Artigo_04.pdf
- Veneu, A., Ferraz, G., & Rezende, F. (2015). Análise de discurso no Ensino de Ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1), 126-149. Recuperado de <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/1707/1538>
- Vital, A. (2014). História da Ciência no ensino: obstáculos enfrentados por professores na elaboração e aplicação de materiais didáticos. (Dissertação de Mestrado em Ciência, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca), Rio de Janeiro. Recuperado de <https://goo.gl/YXnwUW>
- Vital, A., & Guerra, A. (2014a). *História e Filosofia da Ciência: entre a cultura didática do ensino de física e as recomendações da pesquisa*. III Conferencia Latinoamericana Del International, History and Philosophy of Science Teaching Group IHPST- LA 2014. Santiago De Chile. Recuperado de <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/2015/04/C02-VITAL-GUERRA.pdf>
- Vital, A., & Guerra, A. (2014b). A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(2), 225-257. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n2p225/27317>
- Vital, A., & Guerra, A. (2015). The relationship between the History and Philosophy of Science and the school culture. 13th IHPST Conference - IHPST 2015, Rio de Janeiro, 2015. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/280555804_The_relationship_between_the_History_and_Philosophy_of_Science_and_the_school_culture
- Vital, A., & Guerra, A. (2016). The school culture and the implementation of the historical-philosophical approach in the teaching physics. XVII IOSTE Symposium, Science and Technology Education for a peaceful and equitable World. Braga, Portugal.
- Volochinov, V. N., & Bakhtin, M. M. (1976). Discurso na vida e na arte: sobre a poética sociológica. Trad. de Carlos Alberto Faraco e Cristóvão Tezza da edição inglesa de Titunik, I. R. "Discourse in life and

discourse in art – concerning sociological poetics”. In Volochinov, V. N. (1976). *Freudism*. New York: Academic Press.

Recebido em: 03.06.2017

Aceito em: 24.10.2017