

## ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA NO ENSINO DA FÍSICA UNIVERSITÁRIA BÁSICA

*Contextualized approach in the teaching of basic university physics*

**Felipe Mendonça Ribeiro** [fmendoncaribeiro@gmail.com]

*Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da UFBA/UEFS*

**José Fernando Moura Rocha** [jofer@ufba.br]

*Universidade Federal da Bahia (UFBA), Campus de Ondina, Instituto de Física, Departamento de Física do Estado Sólido, Salvador, BA, Brasil*

*Recebido em: 17/01/2024*

*Aceito em: 07/08/2024*

### Resumo

Neste trabalho, busca-se compreender uma experiência de ensino de física, realizada nas disciplinas Conceitos de Física A, B, C e D, do Curso de Física da UFBA, cujas ementas prescrevem o uso da abordagem contextualizada no ensino da física universitária básica. Essa busca é realizada a partir dos relatos de docentes dessas disciplinas, referentes à suas próprias experiências de docência, após a inclusão das mesmas no Curso de Física, diurno, modalidades licenciatura e bacharelado, e noturno, modalidade licenciatura, em 2016. A investigação foi orientada pelo paradigma fenomenológico, tendo como estratégia prioritária de coleta de dados as entrevistas abertas. Essas entrevistas foram realizadas com quatro docentes e registradas por meio de gravações de áudio, com a análise e interpretação dos dados realizadas segundo o processo de redução fenomenológica. Foram analisados dados obtidos em resposta à pergunta norteadora da pesquisa, a partir dos quais emergiram cinco categorias de análise (Inserção de História e Filosofia da Ciência (HFC), Experimentação, Matematização, Materiais ou Recursos Didáticos, e Dificuldades). A partir dessas categorias, pudemos compreender que a inclusão das disciplinas Conceitos de Física A, B, C e D, no Curso de Física, diurno, modalidades licenciatura e bacharelado, e noturno, modalidade licenciatura - como extensão da experiência de ensino realizada no Curso de Física, Licenciatura, noturno, através das Físicas Básicas I, II, III e IV, entre 1999 e 2015 – está se mostrando uma experiência desafiadora, em desenvolvimento. Essa experiência é um exemplo de abordagem contextualizada, com utilização de HFC associada à experimentação e à matematização, no ensino de ciências ou, mais especificamente, no ensino da física universitária básica. Tal abordagem é acompanhada de dificuldades ou limitações de natureza acadêmica ou administrativa, entre as quais a insuficiência de materiais ou recursos didáticos, adequados a essas disciplinas, e a persistente carência de um número suficiente de professores com formação para pesquisar e ensinar sobre história da ciência, ou, considerando a existência de alguns, a não disponibilidade permanente de tais docentes para ministrar disciplinas dessa natureza.

**Palavras-chave:** Ensino de física; Contextualização; História e filosofia da ciência.

### Abstract

In this work, we seek to understand a physics teaching experience, carried out in the disciplines Concepts of Physics A, B, C and D, of the UFBA Physics Course, whose syllabi prescribe the use of the contextualized approach, in the teaching of basic university physics. This search is carried out based on the reports of professors of these disciplines, referring to their own teaching experiences, after their inclusion in the Physics Course, day period, teacher training and bachelor modalities, and day night period, teacher training modality, in 2016. The investigation was directed by

Phenomenological Paradigm, having main data collection strategy, open interviews. These interviews were conducted with four professors and registered by audio recordings, with data analyses and interpretation carried out by phenomenological reduction process. There were analysed data obtained in response to the research guiding question, from what emerged five analyses categories (HPS Insertion, Experimentation, Mathematics, Educational Material or Didatic Resource, and Difficulties) From these categories we could comprehend that the inclusion, in 2016, Physics Concepts *A*, *B*, *C* and *D* disciplines, in Physics Course, day period, teacher training and bachelor modalities, and day night period, teacher training modality - as teaching experience extension occurred in Physics Course, Teacher Preparation Program, day night period, through Basic Physics I, II, III and IV, between 1999 and 2015 - is proving to be a challenging experience, in development. Such experience is an example of a contextualized approach, with the utilization of HPS, associated with experimentation and mathematization, in science teaching or, more specifically, in the teaching of basic university physics such approach has being accompanied by difficulties or limitations of an academic or administrative nature, including the lack of adequate teaching materials or resources for these disciplines and the persistent lack of a sufficient number of professors with adequate training to research and teach the history of science, or, if not a shortage, the permanent non-availability of such teachers, at the Institution, to teach this kind of subjects.

**Keywords:** Physics education; Contextualization; History and philosophy of science.

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho, busca-se compreender uma experiência de ensino de física, realizada nas disciplinas Conceitos de Física *A*, *B*, *C* e *D*, do Curso de Física da UFBA, cujas ementas preveem o uso da abordagem contextualizada no ensino da física universitária básica. A história dessa experiência de ensino nos remete ao ano de 1999, quando o Instituto de Física da UFBA implantou um novo curso de graduação, o Curso de Física, Licenciatura, noturno. Em sua matriz curricular foram incluídas algumas inovações importantes entre as quais a criação das então denominadas Físicas Básicas I, II, III e IV, oferecidas paralelamente às tradicionais e fundamentais Físicas Gerais e Experimentais (I, II, III e IV), que são destinadas aos alunos da chamada área de ciências exatas, inclusive aos alunos de física. Em 2016, após a reformulação curricular dos cursos de graduação em física, que estendeu as Físicas Básicas ao Curso de Física, diurno, modalidades licenciatura e bacharelado, com a denominação Conceitos de Física *A*, *B*, *C* e *D*, respectivamente (sem a mudança de nome implicar em mudança de concepção). A partir de então, essas disciplinas passaram a ser oferecidas não mais apenas para alunos do Curso de Física, Licenciatura, noturno, como acontecia desde a criação, mas também aos alunos do Curso de Física, diurno, modalidades licenciatura e bacharelado, o que tem ocorrido também paralelamente aos cursos tradicionais e imprescindíveis de Física Geral e Experimental. Nessas disciplinas, além de se enfatizar o ensino do conteúdo científico propriamente dito, inclusive a sua parte experimental e aplicações tecnológicas, discute-se também o contexto em que esse conhecimento foi produzido, fazendo uso inclusive dos recursos da história da ciência.

Esses componentes curriculares, com metade de suas cargas horárias destinada a atividades experimentais (com exceção de Conceitos de Física *A*, que destina somente um quarto), integram o núcleo comum da formação do profissional de física, independente da habilitação profissional pretendida, estando em conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Física, de 2001. Mostram-se também consistentes com as recomendações trazidas por documentos oficiais, como, por exemplo, os PCN+ (Basil, 2002) e a BNCC (Basil, 2018), os quais salientam a importância de o professor de física ser preparado para trabalhar a ciência, de forma contextualizada, na Educação Básica.

Dois anos antes da extensão das disciplinas Físicas Básicas ao Curso de Física, diurno, com a denominação Conceitos de Física, Rocha (2014), em sua tese de doutorado, realizou uma análise da repercussão das inovações trazidas pela matriz curricular do Curso de Física, Licenciatura, noturno, em particular aquelas expressas pelas disciplinas Físicas Básicas I, II, III e IV, na formação acadêmica dos alunos. Nesse trabalho, o autor discute as inovações curriculares trazidas pelo currículo do Curso de Física, Licenciatura, noturno, da UFBA, com atenção especial para as Físicas Básicas III e IV. Na tese, é destacado o papel positivo desempenhado pelas Físicas Básicas III e IV no processo de consolidação da proposta das Físicas Básicas, do Curso de Física, Licenciatura, noturno<sup>1</sup>.

Nosso propósito agora é tratar do ensino dessas disciplinas para um público mais numeroso, envolvendo não só alunos de licenciatura, do curso noturno, mas também de licenciatura e bacharelado, do diurno, o que procuramos fazer a partir dos relatos dos seus professores, deixando-se para um segundo momento o estudo das visões dos alunos. Para tanto, orientados pelo paradigma fenomenológico, buscamos responder a seguinte questão-problema: *De que maneira docentes dos componentes curriculares Conceitos de Física A, B, C e D, do Curso de Física, da UFBA, relatam suas experiências de docência nessas disciplinas?* A partir dessa questão, formulamos então como objetivo deste trabalho o de compreender a experiência de ensino de física realizada nas disciplinas Conceitos de Física A, B, C e D, do Curso de Física da UFBA, a partir dos relatos de docentes dessas disciplinas, referentes à suas próprias experiências de docência.

Como neste trabalho são investigadas atividades de professores em situação de sala de aula de disciplinas cujas ementas prescrevem uma abordagem contextualizada, fazendo uso, inclusive, da história da ciência, o mesmo poderá também contribuir para preencher lacunas na área de pesquisa referente ao uso didático da história e filosofia da ciência (HFC) no Ensino de Ciências. Nessa área há carência de pesquisas referentes a intervenções efetivas em sala de aula com uso de HFC, inclusive no ensino superior, apontada, por exemplo, por Teixeira, Greca e Freire Jr. (2012; 2009) e Silva, Alves e Leboeuf (2019), conforme veremos mais adiante.

## AS DISCIPLINAS CONCEITOS DE FÍSICA

### Conceitos de Física A:

*Ementa:* Estudo da gênese do método científico. Conceitos, fenômenos e leis físicas relativas à Mecânica, desde sua origem na Grécia Antiga até a Revolução Científica do século XVII. Em especial, estudo da Cosmologia e da Física Aristotélica; a Astronomia Ptolomaica; a transmissão do aristotelismo ao ocidente; a Astronomia e a Física da Idade Média; a Revolução Copernicana; a obra científica de Kepler; a obra científica de Galileu; o nascimento da Física Newtoniana e a modernização da Mecânica Newtoniana. O estudo contextualizado do assunto é apoiado em experimentos, quando possível.

### Conceitos de Física B:

*Ementa:* Estudo, de forma contextualizada, dos conceitos, fenômenos e leis físicas relacionadas à Termodinâmica e à Teoria Cinética. Estudo, através de recursos da história da ciência, do desenvolvimento das ideias da Termodinâmica e da Teoria Cinética, desde a Antiguidade até o século XIX. O estudo contextualizado do assunto é apoiado por experimentos demonstrativos. Apresentação de aplicações tecnológicas da Termodinâmica. Estudo das oscilações e ondas mecânicas, com apoio de experimentos.

<sup>1</sup> Parte de tal análise foi apresentada nos artigos de Rocha (2016a, 2016b).

### Conceitos de Física C:

*Ementa:* Estudo, de forma contextualizada, dos conceitos, fenômenos e leis físicas, relacionados ao Eletromagnetismo. Estudo, através de recursos da história da ciência, do desenvolvimento das ideias do Eletromagnetismo, desde a Antiguidade até o século XIX. O estudo contextualizado do assunto é apoiado por experimentos demonstrativos. Apresentação de aplicações tecnológicas do Eletromagnetismo.

### Conceitos de Física D (optativa)<sup>2</sup>:

*Ementa:* Estudo, de forma contextualizada, dos conceitos, fenômenos e leis físicas relacionados à óptica e à física moderna. Usando recursos da história da ciência, estuda-se o desenvolvimento da óptica e da física moderna desde a Antiguidade até o século XIX. O estudo contextualizado do assunto é apoiado por experimentos demonstrativos. Apresentam-se aplicações tecnológicas da óptica e da física moderna.

Em que pese a extensão das atividades experimentais a serem desenvolvidas nessas disciplinas estar bem definida, inclusive com a especificação da carga horária, o mesmo não acontece com a história da ciência ou HFC, ficando a cargo, portanto, do professor. Nesse caso, há a possibilidade da opção *minimalista*, em que apenas alguns tópicos isolados sobre determinados fatos históricos ou pequenas biografias são inseridos no conteúdo da mesma; ou a opção *maximalista*, em que as dimensões históricas, filosóficas e culturais da ciência permeiam o currículo, ou o próprio currículo é organizado em bases históricas; além, é claro, da possibilidade da opção intermediária a essas duas.

## CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS / FÍSICA

A ideia de contextualização é passível de muitas interpretações. Há mesmo uma polissemia envolvendo esse termo no campo educativo. Ricardo (2005) afirma que a discussão sobre contextualização é escassa na literatura e isso faz com que lhe seja atribuída uma compreensão rasteira e que seja reduzida a aplicações ao cotidiano. De acordo com Kato (2007, apud Macedo, 2013, p. 38) é muito comum professores e educadores questionarem sobre a interpretações da ideia de contextualização, justamente pelo fato de que existem vários significados para o termo na área educacional.

Considerando que as disciplinas ora em discussão estão dirigidas a futuros professores licenciados em física, além de a futuros bacharéis, será útil apresentarmos aqui uma síntese das discussões do conceito de contextualização em alguns documentos oficiais (Diretrizes Curriculares Nacionais – Ensino Médio (DCNEM), Lei de Diretrizes e Base (LDB/96), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) etc.), realizada por Macedo (2013), a partir dos trabalhos de Lopes, Lima e Gomes (2003), Ricardo (2005) e Kato (2007). Segundo Macedo, esses autores, em tais trabalhos, direcionam a contextualização para os seguintes enfoques:

- 1) contextualização como aproximação do conteúdo com o cotidiano do aluno em um sentido amplo, sendo o cotidiano representado por atividades do seu dia a dia, bem como as tarefas laborais;
- 2) contextualização como a aproximação e relação entre conhecimentos de diversas áreas científicas de modo que possibilitem o trabalho interdisciplinar;
- 3) contextualização como meio de relacionar aspectos socioculturais e históricos a fim de se alcançar a ACT [Alfabetização Científica e Tecnológica];

<sup>2</sup> Os quatro componentes curriculares Conceitos de Física foram oferecidos, regularmente, uma vez por ano, desde a reformulação curricular, em 2016. A partir de 2020, com o início da pandemia, a disciplina Conceitos de Física D (optativa) foi oferecida apenas uma vez. Anteriormente aos Conceitos de Física, as Físicas Básicas (Físicas Básicas III e IV, como optativas) também foram oferecidas, regularmente, uma vez por ano, desde a criação.

4) contextualização como possível caminho a fim de minimizar os danos causados no processo de transposição didática. (Macedo, 2013, p. 51).

Como se vê, o conceito de contextualização é direcionado nesses documentos para diferentes enfoques que podem ir desde uma simples aproximação do conteúdo com o cotidiano do aluno até o entendimento de que o conteúdo deve ser trabalhado abordando, além dos conceitos, aspectos históricos e socioculturais, a fim de que o estudante compreenda que o conhecimento científico não é fragmentado ou disciplinar.

Em que pese a contextualização do ensino ser identificada com uma multiplicidade de concepções, podemos dizer que elas não são contraditórias ou conflitantes entre si, se considerarmos, como o fazem Kato e Kawasaki, que

(...) contextualizar é articular ou situar o conhecimento específico da disciplina (parte) a contextos mais amplos de significação (todo), estes, sim, bastante variados: o cotidiano do aluno, a(s) disciplina(s) escolar(es), a ciência (referência), o ensino e os contextos histórico, social e cultural. (Kato & Kawasaki, 2011)<sup>3</sup>.

Apesar de o termo 'contextualização' estar presente nos documentos curriculares oficiais mais recentes, Kato e Kawasaki esclarecem que

o significado do princípio da contextualização do ensino, para o ensino de um modo geral, não é recente e, tampouco, possui origem nestes documentos. Propostas curriculares, oficiais ou não, anteriores a estes, já o preconizavam sob diferentes termos e formas. A necessidade da contextualização do ensino surgiu em um momento da educação formal no qual os conteúdos escolares eram apresentados de forma fragmentada e isolada, apartados de seus contextos de produção científica, educacional e social. (Kato & Kawasaki, 2011).

Segundo Lopes, o maior problema desse ensino, denominado de tradicional, é o processo de apropriação do conhecimento pela escola, a retirada dos conceitos de sua historicidade e problemática, pois nele:

Os saberes ensinados aparecem como saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentes ao tempo, ensinando-se apenas o resultado, isolando-os da história de construção do conceito, retirando-os do conjunto de problemas e questões que os originaram. (Lopes, 2002).

Matthews (1995), por outro lado, destaca a importância da HFC para a contextualização do ensino de ciências, onde se inclui o de física, e, dentre outros argumentos, afirma que o uso da HFC no ensino de ciências pode tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico; pode fazer com que os alunos encontrem significado nos conteúdos; e pode demonstrar que a ciência é uma construção coletiva. Segundo esse autor, "os que defendem HFC, tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores, de uma certa forma, advogam em favor de uma abordagem 'contextualista', isto é, uma educação em ciências, onde essas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico". Para Souza, Silva e Teixeira (2020), uma abordagem contextualizada deve ir além da simples menção a datas, cientistas e acontecimentos, sendo necessário abordar, também, as controvérsias científicas e as trajetórias do desenvolvimento científico. Em adição, Souza e Miranda (2022) salientam que uma educação científica apropriada deve municiar a população de conhecimentos mínimos para que ela

---

<sup>3</sup> De acordo com Kato e Kawasaki (2007), o termo 'contextualização' é uma derivação do termo 'contexto', cujo significado literal vem do latim *contextu* e pode ser entendido por um encadeamento de ideias de um texto, ou seja, a forma como estão ligadas entre si a diferentes partes de um todo organizado.

possa participar de debates que envolvam a inserção de ciência, tecnologia e inovação na realidade social.

Em seu livro *Science Teaching – The Role of History and Philosophy of Science*, Matthews (1994, p. 6) apontou o *Harvard Project Physics*, surgido na segunda metade da década de 1960 (traduzido para o português, na década de 1980, com o título *Projecto Física* e que muito inspirou o desenvolvimento das disciplinas ora em discussão), como um excelente exemplo de ensino de ciências informado pela HFC, abordagem que ele denomina de contextual, ou liberal. Esse tipo de abordagem é orientada pela convicção de que a aprendizagem *de* ciências necessita ser acompanhada da aprendizagem *sobre* ciências. Esse projeto faz uma introdução aos conceitos da física a partir das suas ideias mais relevantes e numa perspectiva cultural e histórica, reforçada por um grande número de atividades de laboratório, sem ênfase no cálculo diferencial e integral, com o objetivo de atingir estudantes com diferentes capacidades e com as mais variadas vocações profissionais. Foi idealizado para o ensino médio, mas, em razão das particularidades do ensino de ciências nos Estados Unidos, foi adotado em muitas faculdades, e, de acordo com Gerald Holton, muitas traduções estão ainda hoje em uso em países como a China, o Japão e a Itália (Oliveira & Freire Jr., 2006).

Ao fazer uma defesa crítica e bem fundamentada do papel da HFC no ensino das ciências, Matthews (1994) também apontou haver dificuldades para se traduzir em prática de sala de aula propostas baseadas no uso de HFC. Segundo esse autor, a principal delas diz respeito à formação do professor, que necessita de três competências: o conhecimento e a apreciação da ciência que ensina; algum entendimento da HFC, a fim de ensinar melhor a matéria e fazer avaliações mais inteligentes sobre muitos debates científicos e educacionais presentes nos currículos; e, finalmente, alguma teoria ou visão educacional que dê suporte às suas atividades na sala de aula e que defina um propósito para sua tarefa pedagógica. Sobre a necessidade de uma teoria ou visão educacional, Martins (2007) alerta que de nada adianta o conhecimento do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e filosófico) sem o conhecimento pedagógico do conteúdo.

Barreiras de caráter geral para que a história das ciências desempenhe, efetivamente, o papel que pode e deve ter no ensino são referidas já há muito tempo, conforme podemos ver em Martins (2006). Ele cita três barreiras importantes, baseado em Siegel (1979): (i) a carência de um número suficiente de professores com formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a história das ciências; (ii) a falta de material adequado (textos sobre história das ciências) que possa ser utilizado no ensino; e (iii) muitos equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação.

Essas dificuldades talvez expliquem por que ainda é significativamente pequeno o número de trabalhos que se ocupam em investigar intervenções didáticas em salas de aula de ciências com uso de HFC, um recurso tão importante no processo de ensino contextualizado de ciências, onde se inclui o de física. Em levantamento de trabalhos relacionados com o uso didático de HFC no Ensino de Ciências, nas principais revistas brasileiras da área (mais a revista latino-americana *Enseñanza de las Ciencias*), com artigos publicados desde a década de 1980 até meados de 2011, Teixeira, Greca e Freire Jr. (2012) mostraram que apenas cerca de 9% do total de trabalhos investigaram intervenções didáticas orientadas por HFC em sala de aula de física. Isso mostrou haver uma relativa escassez das pesquisas de natureza empírica que são publicadas sobre intervenção efetiva em sala de aula de física com uso da HFC. Um mesmo tipo de análise foi feito por Teixeira, Greca e Freire Jr. (2009), com revistas internacionais da área de Ensino de Ciências, e os resultados foram quantitativamente semelhantes aos encontrados em revistas brasileiras da área, o que mostrou que tal escassez ocorre também no âmbito internacional.

Essa realidade não parece ter mudado muito nos últimos anos. Em 2019, em levantamento bibliográfico dos trabalhos publicados de 2011 a meados de 2018, nos mesmos periódicos nacionais de Ensino de Ciências e de Ensino de Física, que foram analisados por Teixeira, Greca e Freire Jr.

(2012), os autores Silva, Alves e Leboeuf (2019) verificaram que, nesse período, “não houve considerável alteração no número de trabalhos publicados envolvendo a HFC e a sala de aula”, seja no Ensino Médio ou Ensino Superior. Isso os levou a afirmar que continua atual a exortação de Teixeira, Greca e Freire Jr. de que essa área de pesquisa deve estar alerta para a necessidade de que sejam feitos maiores esforços para a realização de intervenções didáticas com uso de HFC no Ensino de Ciências, acompanhadas, é claro, de investigações. (Teixeira, Greca & Freire Jr., 2012, p. 18).

Como se vê, no que diz respeito a pesquisas de natureza empírica sobre intervenção efetiva em sala de aula de ciências, onde se incluem as de física, com uso da HFC - uma das dimensões da contextualização no ensino - há lacunas a serem preenchidas. Este trabalho poderá contribuir para isso, no que tange ao que praticam os professores em situação de sala de aula, na medida em que utilizam abordagem contextualizada, fazendo uso, inclusive, da HFC.

## DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Este trabalho de investigação foi orientado pelo paradigma fenomenológico, o qual, como pode ser visto em Crotty (1998), permite-nos considerar o indivíduo e sua ação como unidades básicas, somando-se a isso as experiências vividas pelos sujeitos, os significados dessas experiências e os sentidos na consciência. Ao adotarmos a perspectiva fenomenológica, como guia da investigação, não nos preocupamos com a explicação, e sim com a compreensão do fenômeno (no nosso caso, as experiências de ensino nas disciplinas Conceitos de Física), procurando ver esse fenômeno como um todo. Também não nos preocupamos com testes de hipóteses ou em inferências estatísticas, o que nos afasta de um direcionamento verificacionista ao lidarmos com o objeto de pesquisa. Preocupamo-nos, sim, em compreender o fenômeno, em chegar à essência do fenômeno, a partir das próprias falas dos sujeitos e não de um quadro teórico prévio.

Nessa investigação empírica qualitativa, utilizamos como estratégia prioritária de coleta de dados as entrevistas abertas, realizadas com os docentes que ministraram Conceitos de Física a partir da reformulação curricular de 2016, procurando garantir a representatividade das mesmas. Os depoimentos foram registrados na forma de gravações de áudio e, posteriormente, transcritos e analisados. Como estratégia secundária de coleta de dados, fizemos a análise de documentos, como os projetos políticos pedagógicos do Curso de Física, as ementas e os programas das disciplinas Conceitos de Física e Físicas Básicas; a legislação educacional, que regulamenta a implantação e o funcionamento dos cursos de graduação em física; os cursos de formação de professores etc. Como procedimento de análise de dados, efetuamos a Redução Fenomenológica (Bicudo, 2000), partindo das falas dos sujeitos pesquisados, com o objetivo de chegarmos, por meio da identificação dos invariantes, às características, à essência do fenômeno estudado.

A pesquisa foi realizada com docentes do Instituto de Física, da UFBA, que tem cerca de 64 professores permanentes distribuídos nos seus três departamentos. Os sujeitos pesquisados são em número de quatro, escolhidos em um universo de nove professores (dos cerca de 64), que ministraram uma ou mais de uma das disciplinas Conceitos de Física, no período de 2016 a 2019. Esses docentes foram escolhidos de modo que a) as quatro disciplinas estivessem representadas nas entrevistas; b) que fossem professores em exercício há mais tempo na Instituição; e c) que, preferencialmente, tivessem experiência em mais de uma dessas disciplinas, sendo pelo menos uma delas em turmas do curso diurno. Há aqui uma preocupação com a qualidade, com a riqueza dos depoimentos, sem pretensão de atingir aspectos quantitativos, como frequências de itens respondidos, ou universalização dos resultados. Trabalhamos, portanto, com quatro docentes, cujas trajetórias acadêmicas podem ser vistas em Ribeiro (2020). No que segue, as designações Professor 01; 02; 03 e 04 indicam a ordem em que as entrevistas foram feitas. O docente designado Professor 01, tinha ministrado a disciplina Conceitos de Física B; o designado por 02, as disciplinas Conceitos de Física

A e B; o designado por 03, as disciplinas C e D, e, finalmente, o designado por 04, tinha ministrado as disciplinas Conceitos de Física A e C. Em observância às questões éticas, obtivemos o consentimento prévio dos entrevistados, para a realização das entrevistas, os quais autorizaram, por escrito, o uso integral ou parcial de seus depoimentos em publicações decorrentes dos mesmos, com o anonimato dos participantes sendo preservado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análise Ideográfica e Análise Nomotética

O ponto mais importante na pesquisa fenomenológica é a interrogação, a qual indica a trajetória de pesquisa a ser percorrida, bem como os procedimentos, sujeitos etc., indicando perspectivas de análise e interpretação (Martins & Bicudo, 1989). Nessa primeira etapa da análise, será realizada a fusão de horizontes entre pesquisador e sujeito pesquisado, a fim de elucidar a fala do último, excluindo dados sem importância e considerando as informações relevantes para caracterizar o fenômeno em estudo.

Inicialmente, em resposta à interrogação *Como o(a) senhor(a) relata suas experiências de docência nas disciplinas Conceitos de Física?*, obtivemos, para cada sujeito entrevistado, *A fala do sujeito pesquisado* ou transcrição do próprio depoimento. Em seguida, realizando a análise ideográfica da fala de cada sujeito, fizemos a identificação das *Unidades de Significado*, a partir das quais foi construído o *Discurso articulado da fala do sujeito pesquisado*, a fim de juntar as unidades de significado de modo mais esclarecedor para o pesquisador.

Em razão da extensão dos textos referentes a cada um desses três itens, para cada um dos quatro sujeitos pesquisados, não os apresentaremos neste artigo, os quais podem ser vistos, por completo, em Ribeiro (2020, p. 100-131). Também não apresentaremos aqui a Análise Nomotética completa, a qual pode ser vista em Ribeiro (2020, p. 132-133). Para cumprir os objetivos deste trabalho, apresentaremos apenas os resultados dessa análise, onde, a partir das unidades de significado, foram estabelecidas as convergências para se chegar aos invariantes ou categorias abertas, à essência do fenômeno estudado. As categorias que emergiram dos depoimentos são as seguintes: I - Inserção de História e Filosofia da Ciência (HFC); II – Experimentação; III – Matematização; IV - Materiais ou Recursos Didáticos; e V – Dificuldades.

### Compreensão das categorias abertas

Uma vez conhecida a estrutura do fenômeno, vamos agora interpretá-la, compreendê-la holisticamente, o que não incorre em assumirmos uma postura explicativa de análise em termos de relações causais.

A seguir, serão apresentados os textos interpretativos relativos a cada categoria.

#### i) Categoria I: Inserção de HFC

Todos os professores pesquisados, tendo ou não formação específica na área de ensino de ciência e/ou HFC (dois tinham formação de pós-graduação nessas áreas), mostram estar interessados em apresentar a física por meio de uma abordagem contextualizada historicamente, principalmente com o objetivo de trabalhar os conceitos físicos. Fazem também uma explícita diferenciação entre as disciplinas Conceitos de Física A, B, C e D e as Físicas Gerais e Experimentais I, II, III e IV. Para eles, as primeiras, além de discutirem os conteúdos científicos, servem para suscitar discussões relativas à própria ciência, enquanto as últimas focam nos aspectos operacionais, de aplicação dos conceitos para resolução de problemas, dentro de uma perspectiva de ensino tradicional. Essas

disciplinas representam, portanto, funções diferentes no currículo da graduação, assumindo, as primeiras, caráter propedêutico, o que pode ser visto explicitamente, por exemplo, no depoimento do Professor 01, e as segundas, caráter complementar, como pode ser visto na fala do Professor 04. O Professor 02, por sua vez, ressalta que o foco da abordagem é o conteúdo de física, isto é, são disciplinas para ensinar física, não para ensinar História da Ciência.

Os docentes também se mostram cientes do que é indicado nas ementas, nas quais a história da ciência conecta-se a outros aspectos, como o experimental, o tecnológico etc., devendo ser incorporada durante todo o curso, na apresentação dos diferentes assuntos da física. Matthews (1995), ao falar em abordagem contextual, ou “contextualista”, afirma que essa abordagem no ensino de ciências deve tratar os diferentes contextos, não se restringindo apenas aos conteúdos científicos propriamente ditos, mas permitindo discutir, também, sobre ciências. Pretende-se, com isso, a humanização dos conteúdos, a melhor compreensão dos conceitos científicos e de aspectos da natureza da ciência (NdC), como mutabilidade, tentatividade, falibilidade e outros, bem como seu processo histórico de desenvolvimento, suas aplicações e aproximações com o cotidiano dos estudantes, o que, em alguma medida, foi feito pelos professores, como veremos adiante.

O Professor 01, que lecionou a Conceitos de Física *B*, destaca que a Termodinâmica é a parte do conteúdo com mais elementos históricos disponíveis para serem utilizados em sala de aula, como recurso facilitador do entendimento do próprio conteúdo físico. Já quanto aos demais conteúdos – oscilações, ondas, fluidos - não há, para o Professor 01, tantos elementos para serem trabalhados por meio da história da ciência. Por isso, foi nesse tópico, Termodinâmica, que conseguiu incorporar aspectos históricos e socioculturais, fornecendo materiais para os estudantes lerem a respeito e depois discutir em sala de aula. Isso possibilitou trabalhar, entre outros conceitos, os de máquinas térmicas, bem como questões externas à própria ciência, como aquelas relacionadas à Revolução Industrial. Não especifica, entretanto, como conciliou, na prática, os aspectos internalistas, mais voltados ao desenvolvimento conceitual, científico; e os externalistas, relativos ao período e à sociedade em que os eventos ocorreram. Essa questão do internalismo versus externalismo no ensino de ciências, contextualizado historicamente, é discutida por Francisco Jr., Andrade e Mesquita (2015), os quais consideram relevante o professor propiciar o debate sobre o que ele denomina aspectos epistemológicos e sociocientíficos frente às atividades científicas.

O Professor 01 traz uma informação valiosa a respeito de sua trajetória pregressa ao ensino da Conceitos de Física. Durante a graduação, como estudante de física, cursou disciplinas que incorporavam a HFC ao ensino da física, e, por isso, fora designado para lecionar a Conceitos de Física *B*, por seu chefe de Departamento, devido à sua experiência, mesmo enquanto estudante. E foi justamente em Termodinâmica que seu professor, à época, procurou focar o curso, sob a perspectiva histórica. Daí, provavelmente, seu antigo professor ter sido um modelo, uma referência para sua futura prática docente, o que está de acordo com Maldaner (2017) e Moreira e Bernardo (2018), quando afirmam que os professores constroem a ideia de ser professor a partir da própria experiência enquanto estudantes, criando modelos do que seria o professor ideal, ao mesmo tempo em que prescindem de um aporte teórico sobre a vivência em si, desta como objeto de reflexão, ancorando-se no que Delizoicov (2012) chama de senso comum pedagógico. O Professor 01, como pode ser visto em (Ribeiro, 2020, p. 95), não teve formação pedagógica nem desenvolve pesquisas em ensino, perfil, aliás, muito comum dos docentes da graduação em física, segundo Silva e Carvalho (2014). Não é surpreendente, pois, que os professores de física encarem, com naturalidade, as dificuldades para ministrar disciplinas como as Conceitos de Física. A rigor, se levarmos em conta o que diz Martins (2007), que de nada adianta o conhecimento do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e filosófico) sem o conhecimento pedagógico do conteúdo, essas disciplinas não estariam cumprindo, inteiramente, uma de suas funções importantes que é a de preparação de futuros profissionais de física para um ensino contextualizado de física, pelo menos no que diz respeito à sua dimensão histórica.

O Professor 03 vê nas disciplinas Conceitos de Física um ambiente propício à discussão, ou participação dos alunos, sendo os aspectos históricos essenciais na discussão dos conceitos científicos, muitos destes requisitados em disciplinas profissionalizantes a serem, posteriormente, cursadas pelos estudantes. Além disso, considera que houve uma inovação do Curso de Física ao trazer aspectos históricos e filosóficos da ciência em um conjunto de disciplinas, e não em uma disciplina isolada para trabalhar todos os conceitos, como geralmente é feito em outros cursos de graduação. Nas disciplinas Conceitos de Física, a adoção de uma abordagem orientada historicamente, somada à ampla oferta de conteúdo nos dias de hoje, também põem em questão o papel do professor em sala de aula, levando-o a renunciar à mera exposição para desempenhar o papel de mediador, aquele que propicia o diálogo. Isso também é um desafio para o docente que leciona, pois estaria testando os seus conhecimentos. Em sala de aula, problematiza-se a construção da ciência, a sucessão de diferentes modelos, o que leva ao enfraquecimento de um certo dogmatismo presente nas ciências. O exposto pelo Professor 03 está em concordância com o que propõem os autores Francisco Jr., Andrade & Mesquita (2015), para os quais, o professor deve encontrar possibilidades metodológicas para inserir, em sala de aula, discussões sobre a verdade na ciência (verdades absolutas versus verdade transitória) e da ciência como produção cultural, humana, em contínua transformação (ciência pronta versus ciência em construção social).

Analogamente ao que fez em Conceitos de Física B, na disciplina Conceitos de Física A, o Professor 03 afirma ter procurado discutir o que é a ciência, sua evolução até a física newtoniana, os erros e acertos envolvidos nesse processo, sempre procurando manter o foco conceitual. A iniciativa de trazer acertos e equívocos dos cientistas, como presente na fala do Professor 03, encontra respaldo na literatura, apesar de ponderações também em contrário. A importância de debater os erros científicos, associados ao desenvolvimento da ciência, é considerada, por exemplo, por Allchin (2011) e Hidalgo, Schiavini e Silva (2018). Para esses autores, o ensino de ciências tende a se beneficiar dessas discussões, uma vez que mostram a ciência como ela realmente é. O Professor 03 considera que a disciplina Conceitos de Física A tem uma relação direta com a Conceitos de Física B e que, ao lecionar a Conceitos de Física B, procurou seguir uma linha cronológica, por meio de uma continuidade histórica, abordando os trabalhos dos alquímicos do período e baseando-se nas diferentes formas da matéria se estruturar. Desse modo, conseguiu contextualizar os diferentes conteúdos – oscilações, fluidos, Teoria Cinética – considerados, às vezes, desconexos - como, por exemplo, pelo Professor 01 - sem, contudo, abordá-los da “forma clássica”, referindo-se ao que geralmente é feito nas tradicionais Físicas Gerais e Experimentais (mais especificamente, na Física Geral e Experimental II).

Semelhante ao relatado pelo Professor 03 e ao previsto na ementa, o Professor 04, ao lecionar a Conceitos de Física A, afirma começar o curso conceituando movimento, primeiro do ponto de vista terrestre, depois de uma perspectiva mais geral, até chegar aos conceitos de força e ao que hoje se conhece como sendo a física. Para ele, essas disciplinas devem ter conteúdos científicos contextualizados pela HFC, incorporando aspectos históricos e filosóficos durante todo o curso. Outro ponto que revela é que, apesar de ter estudado e pesquisado HFC e ensino de ciências ao longo de sua formação acadêmica, nunca havia tido a oportunidade de ministrar componentes curriculares como esses, os quais, por sua vez, cumprem um papel inovador. Além disso, ao fazer uso de textos históricos, relata trazer o que denominou “fofocas”, a fim de humanizar as figuras destacadas da ciência e mostrar um fazer da física não tão objetivo, como se costuma pensar. Quanto a trazer o que denominou “fofocas”, deve ser observado, entretanto, que, em geral, o relevante na transposição da HFC para a sala de aula é a humanização dos conteúdos científicos, mostrando a ciência como uma construção humana, coletiva, fruto do trabalho de muitas pessoas, e não especificamente a “humanização” de figuras destacadas da ciência. Há, portanto, de se ter cuidado em sala de aula para que a tentativa de humanizar a ciência não se transforme na indesejável ridicularização do cientista, afastando os jovens da carreira científica. Ao usar o termo “fofoca”, é de se supor, entretanto, que o sujeito pesquisado esteja se referindo à questão dos estereótipos. Essa questão dos estereótipos, das

características dos cientistas, e como isso pode ser utilizado no ensino, é tratada, por exemplo, por Francisco Jr., Andrade e Mesquita (2015), quando dizem que uma série de questões envolvendo personalidades históricas, como comportamentos pessoais e profissionais, dentro da perspectiva do ensino de ciências orientado pela HFC, contribuem para a humanização da ciência e dos cientistas.

O Professor 04 considera que, ao colocar em discussão os conceitos físicos, isso não diminui a importância ou a consistência lógica deles para o período. Martins (2006) e Hidalgo, Schiavini e Silva (2018), alertam, entretanto, que anacronismos e outros problemas historiográficos, podem impactar, negativamente, quando trazidos para a sala de aula de ciências, uma vez que nem todos os professores de ciências têm formação em HFC. Pelo que podemos compreender da fala do Professor 04, ele parece estar atento a tais considerações, uma vez que procura respeitar os conceitos e as concepções de ciência relativos aos diferentes períodos históricos. Aliás, foi um dos poucos sujeitos pesquisados que expressou, explicitamente, o constructo natureza da ciência. Outros professores, como o Professor 01 e, de forma mais intensa, o Professor 03, apontam, em suas experiências de ensino, o uso de elementos metacientíficos que levam a questões epistemológicas, embora não empreguem o termo supracitado – o que pode ser inferido por conta da falta de formação e de contato desses docentes com a área de HFC e educação científica.

Apesar de não haver nas ementas referências explícitas a discussões sobre a natureza da ciência, o Professor 04, ao ensinar física nesses componentes curriculares, não se furta às discussões envolvendo as condições político-sociais em que se deu o desenvolvimento científico; às discussões sobre o valor ou *status* da ciência em nossa sociedade, de que conhecimentos são valorizados e por que eles têm tal valor. Inclusive, relata a importância de se pensar em outras historiografias e epistemologias, as quais, por exemplo, contrapõem-se ao eurocentrismo. Muitos pesquisadores, entretanto, têm mostrado preocupação com relação ao uso da história da ciência externalista em sala de aula. De acordo com Bagdonas (2015, p. 190), “muitos pesquisadores mostraram receio de que ao trazer contribuições da sociologia da ciência e da história da ciência externalista para o ensino de ciências haveria o risco de fomentar um relativismo ingênuo ou até mesmo uma desvalorização da ciência pelos estudantes”.

Já o Professor 02, veterano por ministrar as disciplinas Conceitos de Física *C* e *D*, desde a época em que eram denominadas Físicas Básicas III e IV (1999-2015), período ao longo do qual produziu mais de vinte textos históricos, simples, com um enfoque internalista, para orientar as discussões em sala de aula (ver *Categoria IV*), reforça o enfoque peculiar que deu a essas duas disciplinas - quando sob sua responsabilidade. Ele afirma que, no seu enfoque, elas foram concebidas e estruturadas historicamente, articulando, principalmente, aspectos históricos da ciência a outros aspectos, tendo como foco de ensino o conteúdo da física e não o conteúdo histórico, mas usando a história da ciência para ensinar física, ao mesmo tempo em que equilibra, simultaneamente, os aspectos conceituais, matemáticos e experimentais. Para ele, com base em suas vivências, a filosofia da ciência, em geral, aparece no curso de forma secundária, como resultado da abordagem histórica (quando, digamos, são apresentadas duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno, em um mesmo momento histórico, ou quando mostra a superação de uma teoria por outra mais recente), a qual procura recuperar o contexto de produção do conhecimento científico. Ele esclarece que, na mesma disciplina, não são ministrados dois cursos paralelos, um de história da ciência e outro de física, mas um curso de física contextualizado historicamente. Apesar de reconhecer a importância da natureza da ciência para a formação de cidadãos, um tema atual, não costuma trabalhá-la como objetivo de suas aulas, mas considera que, talvez, devesse enfatizar mais um pouco as questões de filosofia da ciência. A HFC seria objeto de estudo de outro componente curricular do curso de graduação, a Filosofia da Física, conforme viria a falar, posteriormente, em seu discurso.

O contato com os depoimentos, portanto, nos leva a compreender a relevância que a história da ciência tem nas disciplinas Conceitos de Física, estando presente nas experiências docentes ao

lecioná-las. Aspectos históricos e, como decorrência da abordagem histórica, aspectos filosóficos da ciência são usados pelos sujeitos pesquisados ao ministrarem as disciplinas Conceitos de Física, apesar de variar a forma e a profundidade com que isso é feito. O uso de tais aspectos, a depender do professor ou do assunto, pode variar desde uma forma pouco articulada com as discussões estabelecidas em sala de aula, até uma maneira mais efetiva, aproximando-se da opção *maximalista*, em que a própria disciplina é organizada em bases históricas. Não há queixa dos docentes quanto a eventuais limitações de tempo nessas disciplinas para o uso da HFC, nem quanto a eventual excesso de conteúdo a ser abordado no tempo disponível, em cada uma delas; uma dificuldade, aliás, muito lembrada quando se trata de inserção de HFC no Ensino Médio.

## ii) Categoria II: Experimentação

A experimentação é relatada por todos os docentes como algo relevante no ensino das disciplinas Conceitos de Física, devendo ser trabalhada dentro da abordagem contextualizada, na qual são enfatizados os conteúdos científicos, com apoio na história da ciência, na experimentação e em aplicações tecnológicas. A experimentação ocupa uma parcela importante da carga horária desses componentes curriculares e cumpre a função de facilitar a problematização dos conceitos científicos, principalmente quando esta vem acompanhada da história da ciência e de eventuais aplicações tecnológicas. Nessas disciplinas não é esperado o tradicional tratamento estatístico dos dados, dos erros associados às medidas, dos relatórios contendo gráficos, tabelas etc. Infere-se, pois, que os professores tendam a adotar o experimento como uma situação-problema a ser investigada e contextualizada, na busca do distanciamento de uma postura mais verificacionista. Uma postura de comprovação da teoria apresentada, previamente, a ser ilustrada pela apresentação do fenômeno, em consonância com o que diz, por exemplo, Villagrà (2018). Para esse autor, a experimentação deve promover o desenvolvimento de outras habilidades, além de a compreensão de modelos, leis e teorias. Ao contrário do que é feito nas Físicas Gerais e Experimentais, nas quais, em geral, teoria e prática de laboratório estão dissociadas (salas de aula diferentes e professores diferentes, conteúdos, às vezes, descompassados), nas disciplinas Conceitos de Física o uso didático dos experimentos está articulado, em princípio, com a discussão teórica e conceitual, dentro da perspectiva histórica.

A variedade de conteúdos estudados na disciplina Conceitos de Física *B* (conteúdos de Termodinâmica e de Mecânica) não impediu que o Professor 01, por exemplo, fizesse uso de experimentos em suas aulas (para medir oscilações; diferentes amortecimentos, utilizando pêndulo e sistema massa-mola; e programa de rastreamento de pontos), apesar de não conhecer todos os experimentos que estariam disponíveis. Isso ocorreu, segundo ele, por não ter lecionado laboratório de Física Geral e Experimental II, na UFBA, mostrando assim certa inexperiência. Por não estar em sala apropriada, segundo alegou, não conseguiu abordar, experimentalmente, ondas, recorrendo a simulações computacionais, embora desejasse a manipulação dos objetos pelos estudantes. Já na parte de Termodinâmica, na qual abordou mais intensamente a história da ciência, propôs que os estudantes construíssem os experimentos, de forma criativa, em grupos, por meio dos quais foram avaliados. Os alunos tiveram que entregar material escrito e fazer uma explanação, com o objetivo de proporcionar discussão, inclusive, histórica; os erros também foram analisados. Interessante notar que, quanto aos demais conteúdos, provavelmente devido a uma menor carga experimental e à carência de discussões históricas esperadas, optou por aplicar avaliações conceituais apenas.

Com isso, podemos compreender que a natureza da disciplina Conceitos de Física *B*, que é constituída por conteúdos variados e sem uma conexão histórica simples entre suas partes, influenciou a forma do docente trabalhar os seus diferentes tópicos. O experimento, quando realizado no bojo da história da ciência, trazida para o ensino, motivou os debates em torno dos fenômenos e conceitos físicos, o que foi mais expressivo e evidente na parte do conteúdo que tratava de Termodinâmica. Nos demais assuntos, que careciam de materiais ou recursos históricos, o Professor 01 tendeu a focar nas partes experimental e matemática, sem, contudo, incentivar a problematização do conhecimento

científico muito menos mobilizar os estudantes para o desenvolvimento das habilidades procedimentais e conceituais, da ciência, estando em desacordo, nesse caso específico, com Carvalho (2010) e Villagrà (2018), entre outros autores. Outra interpretação que fazemos é quanto à influência da sua experiência pregressa ao ensino de Conceitos de Física *B*, como discorrido na compreensão da *Categoria I*, onde foi citado que o Professor 01 foi aluno de um docente que abordou a Termodinâmica de forma contextualizada, histórica e filosoficamente. Essa sua experiência anterior, justamente com relação ao conteúdo de Termodinâmica foi, certamente, o que o levou a tornar seu ensino inovador, comparado aos demais assuntos do supracitado componente curricular.

O Professor 02 também ressalta o enfoque dado à experimentação nas disciplinas Conceitos de Física *C* e *D*, associada, simultaneamente, à HFC, à matematização, à discussão conceitual etc., de modo a equilibrar todos esses elementos. Isso, para ele, difere do que tradicionalmente é feito nas Físicas Gerais e Experimentais, pois, nas disciplinas Conceitos de Física, em vez de seguir um roteiro e elaborar um relatório, o experimento motiva os alunos para a discussão teórica e conceitual, incorporando HFC, como um recurso didático, como uma motivação. Para que as discussões experimentais não fiquem dissociadas de outros aspectos, o Professor 02 relata a necessidade de, utilizando *slides*, fazer uma articulação dos diversos aspectos a serem tratados em cada aula - inclusive para otimizar o tempo - e, em sala de aula, aprofundar as discussões das questões mais teóricas da física, o que envolve recuperar o contexto histórico em que o conhecimento foi produzido. Entretanto, ao contrário dos demais sujeitos pesquisados, não deixa claro o papel que é dado aos estudantes. O experimento motiva a discussão teórica e conceitual, mas os alunos são levados a construir os aparatos? Ressalta apenas que o professor tem de preparar o experimento (demonstrativo), montar “as coisas” antes da aula. A compreensão da experiência do Professor 02 denota não referência ao desenvolvimento de habilidades procedimentais – o que ocorreu também com o Professor 01, em assuntos de Conceitos de Física *B*. Apesar disso, entendermos uma preocupação do docente em abandonar as posturas verificacionistas, tão associadas à prática experimental das tradicionais Físicas Gerais e Experimentais. Isso não quer dizer que essa prática, nas Físicas Gerais e Experimentais, não seja útil no treinamento dos alunos das engenharias, por exemplo, e também para alunos de física após, ou em paralelo, às atividades experimentais apresentadas e discutidas nas disciplinas Conceitos de Física.

Em contrapartida e sempre procurando adaptar o curso às expectativas da turma, para, a partir daí, adequar a metodologia e incentivar o papel ativo dos estudantes, o Professor 03 costuma trazer um problema (histórico, filosófico ou experimental) para a discussão, na qual atua como mediador. Entretanto, no início de sua experiência de ensino com as disciplinas Conceitos de Física *A* e *B*, devido à necessidade de alta carga de leitura, trouxe poucos experimentos. À medida que foi lecionando, procurou buscar mais experimentação, com o objetivo de problematizar. Para isso, os alunos deveriam criar hipóteses, métodos de avaliação etc., sendo a utilização de experimentos essencial para permitir diálogo, questionamentos, e, com isso, identificar também possíveis dúvidas quanto aos conceitos abordados, o que em uma aula estritamente expositiva, segundo o Professor 03, nem sempre é possível. Esse professor não se mostra preocupado com questões quantitativas, de tratamento de dados entre outras. Para ele, o experimento deve estar integrado às questões conceituais, teóricas e históricas, em ambas as disciplinas, Conceitos de Física *A* e *B*, o que contribui para discussões sobre a natureza da ciência, embora o docente não utilize tal constructo em seu discurso. Deve-se destacar que o Professor 03, contrapondo-se ao Professor 01, conseguiu integrar os experimentos à história da ciência nos diferentes tópicos de Conceitos de Física *B*, sem ficar restrito ao conteúdo de Termodinâmica, e trabalhando esses assuntos por meio do tema “estrutura da matéria”.

A experimentação desenvolvida nas Conceitos de Física, dentro da perspectiva de contextualização, também se mostra clara para o Professor 04. No caso da Conceitos de Física *A*, no primeiro semestre em que a lecionou, devido às aulas terem sido ministradas em sala de aula comum, e não em sala/laboratório apropriado, fez sorteio dos experimentos a serem produzidos pelos

estudantes, de forma livre, os quais fariam vídeos explicando-os e postando-os na internet. Todos pertinentes ao conteúdo da disciplina (Mecânica). Em Conceitos de Física C - esta ministrada em sala de laboratório apropriada - os alunos também foram solicitados a construir experimentos, prospectando, para isso, material de laboratório e auxílio de funcionários do serviço de apoio. No laboratório, tem contado com a ajuda de um professor veterano e nem tanto do corpo técnico. Como parte do trabalho experimental, o Professor 04 julga necessário que os alunos tenham familiaridade com o material, os preços, as especificações, nomenclaturas etc., algo que considera inerente à futura profissão dos graduandos (pesquisadores, professores de física). Para isso, devem ir a lojas e adquirir o material. A necessidade de mobilizar os alunos para que construam os experimentos é uma característica das práticas pedagógicas do Professor 04 e do Professor 01 – este, no último tópico de Conceitos de Física B, o de Termodinâmica.

O preparo prévio das salas de aula também é uma constante nas vivências do Professor 02 e do Professor 04, sob pena das atividades experimentais não serem contempladas, como esperado. O professor precisa ter disponibilidade de tempo para a preparação dos experimentos, porque não há laboratorista específico para deixá-los preparados, como nas Físicas Gerais e Experimentais I, II, III e IV. Portanto, muito do sucesso do trabalho experimental depende do engajamento dos próprios docentes.

Vemos então que os sujeitos pesquisados fizeram uso da experimentação de forma diversificada, sendo que nenhum professor especificou se faz uso integral da carga horária destinada às atividades experimentais em cada uma dessas disciplinas (metade da carga horária, com exceção de Conceitos de Física A que destina apenas  $\frac{1}{4}$ ). Em determinada disciplina e determinado assunto, os alunos foram convidados a produzir os experimentos, simples, para serem apresentados e discutidos, oportunamente, em sala de aula. Em outra, o próprio professor apresenta um experimento básico para problematizar o assunto, discutindo os aspectos históricos e os conceitos a ele associados. Em uma terceira disciplina, um outro professor apresenta, não um, mas vários experimentos demonstrativos de alguma importância histórica, a partir dos quais o assunto é problematizado e discutido. E assim por diante. Não há, portanto, um padrão, sendo que a discussão de aspectos históricos junto com experimentais são mais frequentes em uma disciplina do que em outra, podendo, às vezes, a depender do assunto, da aula ou do professor, não ser realizada, ou ser apenas a continuação da discussão do que foi apresentado em aulas anteriores. Isso não é de surpreender, pois essa é uma experiência real, em que os docentes exercitam o que prescrevem as ementas da forma que consideram adequada ou possível. De qualquer modo, podemos dizer que o papel da experimentação nas disciplinas Conceitos de Física tende a aproximar os estudantes da investigação científica *per se*, o que está de acordo com o que sugere, por exemplo, Carvalho (2010) e Villagrà (2018). Além disso, conforme os autores Batista e Silva (2018), e Neves *et al* (2019), a experimentação no ensino de física, na perspectiva da contextualização histórica e filosófica - o que, em alguma medida, é feito nessas disciplinas -, é importante e deve estar presente em práticas docentes, já que permite discutir não só os aspectos científicos, mas também os metacientíficos, incluindo aí os diferentes modelos explicativos, contexto sócio-histórico, a natureza da ciência etc. Interessante notar também o uso de experimentos históricos, ou análogos aos produzidos em determinada época, procedimento que é mencionado, explicitamente, pelo Professor 04 e proposto por Silva (2019).

### *iii) Categoria III: Matemática*

Os docentes das disciplinas Conceitos de Física compreendem a necessidade de trabalharem o formalismo matemático das teorias físicas, sem, contudo, restringirem-se a esse aspecto do curso. Na visão destes, não é o objetivo desses componentes curriculares focar na resolução de problemas (aplicando, extensamente, por exemplo, o Cálculo Diferencial e Integral e a Geometria Analítica, indispensáveis em outras disciplinas). Também não é objetivo introduzir um formalismo avançado

para dar conta das construções teóricas mais elaboradas, relegando a um segundo plano a discussão conceitual.

Para o Professor 01, nas disciplinas Conceitos de Física - diferentemente do que costuma ser feito nas Físicas Gerais e Experimentais, nas quais a matematização seria mais intensa - deve-se aprofundar o conceito sem restringir-se à parte histórica, e utilizar a matemática de modo a atribuir-lhe significado. Esse mesmo professor vê as disciplinas Conceitos de Física e Cálculo Diferencial e Integral como propedêuticas com relação às Físicas Gerais e Experimentais, atribuindo à matemática um papel mais técnico, instrumental, nesse caso, em particular. Além disso, dadas as particularidades de Conceitos de Física B, cujo conteúdo é fragmentado, sem conexão simples e direta entre os diferentes tópicos, o Professor 01, ao não conseguir tratar todo o conteúdo físico historicamente, acabou abordando parte desse conteúdo apenas do ponto de vista experimental e matemático. Isso, mais uma vez, revela a importância da história da ciência, em sala de aula, para promover as discussões conceituais, e para o docente não ficar restrito à operacionalização.

O Professor 02 considera o tratamento matemático nessas disciplinas como sendo moderado, uma vez que não enfatiza o Cálculo Diferencial e Integral, salvo em determinados tópicos do conteúdo. Para ele, os conceitos físicos não podem ser trabalhados dissociados da matemática, e considera que é em torno das expressões matemáticas que os conceitos ficam bem estabelecidos, de modo que não é interessante os estudantes verem os conceitos sem a sua formulação matemática, opinião que está em concordância com o exposto pelo Professor 01. A matemática, para o Professor 02, deve ser tratada, simultaneamente, com os aspectos histórico e experimental, como parte integrante da abordagem das disciplinas Conceitos de Física. Entretanto, pelo fato de essas disciplinas possuírem uma característica diferente das tradicionais Físicas Gerais e Experimentais, isto é, terem o foco nos conceitos físicos, o professor deve mudar de postura e renunciar ao que costuma ser feito nas demais disciplinas do Curso de Física.

O Professor 03, em concordância com os Professores 01 e 02, relata sempre ter-se mostrado cético em apoiar a física no formalismo matemático, o qual não deveria ser a base desses componentes curriculares. O conhecimento matemático, entendido por ele como linguagem, deve contribuir para a formulação conceitual sem, no entanto, defini-la, mas sendo mais uma maneira de expressá-la. Para isso, procura solicitar aos alunos que expressem o fenômeno sem utilizar a matemática, que discutam os aspectos conceituais e históricos para, a partir daí, entrar com o formalismo matemático. Relata sua preocupação de não reduzir o fenômeno ou o conceito à sua expressão matemática ou fórmula, ou que eles sejam entendidos como uma consequência dessas expressões, o que também se relaciona às suas impressões de como a matemática aparece nas demais disciplinas de graduação. O Professor 03 também relata que ficar restrito às questões matemáticas compromete “a capacidade de generalizar o conceito científico”. Para ele, a matematização está integrada à discussão histórica dos conteúdos, o que é feito também pelo Professor 02 e pelo Professor 01; este, ao menos, na parte de Termodinâmica. Ao tentar estabelecer conexões entre os diferentes conteúdos da disciplina Conceitos de Física B, devido às suas particularidades, por meio do tema “estrutura da matéria”, ou dos constituintes da matéria, tampouco se preocupou em desenvolver todas as contas e definições.

O Professor 04 mostra oscilar o modo de trabalhar com a matemática nessas disciplinas, as quais, como também menciona, diferem-se da Físicas Gerais e Experimentais por não serem de resolução de problemas. Na disciplina Conceitos de Física C, diz ter feito maior uso da matematização ao trabalhar com as equações de Maxwell, devido ao fato de essas equações representarem uma síntese de todo o Eletromagnetismo Clássico, dando conta de explicar os mais diversos fenômenos elétricos, magnéticos e ópticos. Além disso, afirma ter percebido as dificuldades de os alunos explicarem os significados dessas equações, ou seja, sabem resolver questões (operacionais), mas não demonstram ter compreensão conceitual, sendo pertinente a esse componente curricular desenvolver esse aspecto. Para o Professor 04, é impressionante essa não distinção do que é entender os conceitos

da física e fazer resolução de exercícios, de problemas de física. Ainda para o Professor 04, é muito clara essa diferença da operacionalização matemática das coisas em relação à compreensão conceitual.

Apesar de relatar ter resolvido exercícios de circuitos elétricos, com os alunos, em determinado semestre, o Professor 04 dispensa a resolução de exercícios de força elétrica etc. Ele afirma não estar interessado na mera resposta à lista de problemas, comumente empregada no ensino de física, como argumentado por Moreira (2018)! Para esse autor, o ensino de física é voltado à preparação para a testagem, para provas, para a resposta correta reproduzida em exames. No ensino universitário, apesar de contar com condições de trabalho, em geral, mais favoráveis aos professores do que as encontradas na Educação Básica, o ensino de física é centrado no docente, na memorização de fórmulas que serão aplicadas em problemas, o que é caracterizado como um ensino tradicional. Já em *Conceitos de Física A*, o próprio conteúdo demanda um uso mais intenso do formalismo matemático, relacionando-se intrinsecamente à conceituação.

Vemos, portanto, uma tendência geral dos professores das disciplinas *Conceitos de Física* trabalharem a matemática como habilidade estruturante do pensamento físico, e não, simplesmente, como uma habilidade técnica, mesmo cientes dos desafios inerentes a esse processo e dos contrastes presentes nos currículos universitários, sendo esse um aspecto importante dessas disciplinas, a considerar o que afirma Pietrocola (2010). Para esse autor, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, a matemática presente no ensino de física é sempre vista como um pré-requisito para se fazer física. Ele considera, entretanto, que o domínio técnico da matemática não é suficiente para a estruturação do pensamento físico, como bem relatado pelo Professor 04, ao destacar a falta de significação dada às equações de Maxwell pelos estudantes, daí surgindo a necessidade da modelização matemática e da incorporação do domínio empírico por meio das atividades experimentais, de forma articulada, conforme prescrito nas ementas. Na mesma direção, Sahelices (2018) afirma que a linguagem matemática deve ser a intermediária do processo dialético entre teoria e empiria, razão e experiência, contribuindo para a compreensão dos significados das equações matemáticas a partir da análise e interpretação dos fenômenos físicos, o que foi perseguido pelos quatro sujeitos pesquisados. Mendes e Batista (2016), por sua vez, argumentam que as abordagens contextualizadas, orientadas histórica e filosoficamente, podem contribuir para a reflexão sobre o tema da matematização. Esse tema não costuma ser apresentado explicitamente na formação inicial de professores de física, existindo assim “[...] um equívoco nos cursos de licenciatura em Física, pois, ao promover discussões histórico-filosóficas a respeito do processo de construção do conhecimento físico, o processo de matematização não é explicitado, ou é pouco abordado, o que leva à hipótese de uma falha epistemológica a respeito da compreensão da Física” (Mendes & Batista, 2016). Segundo esses autores, a HFC no ensino de ciências tem o potencial de auxiliar na compreensão da linguagem matemática na formulação de teorias e conceitos físicos, uma vez que a matematização é mais do que uma ferramenta, é um processo de construção do conhecimento científico. Para atingir esse objetivo, eles argumentam que a história da ciência, sozinha, não é suficiente, devendo ser acompanhada das discussões sobre a natureza da ciência. Os sujeitos aqui pesquisados, entretanto, em desacordo com o sugerido por Mendes e Batista (2016), não relatam fazer uso de elementos epistemológicos em suas práticas pedagógicas, visando à compreensão, pelos alunos, do papel que a linguagem matemática tem na construção dos conceitos físicos.

#### *iv) Categoria IV: Materiais ou Recursos Didáticos*

As disciplinas *Conceitos de Física* exigem dos professores o uso de diversos materiais ou recursos didáticos para seu ensino, o que envolve textos históricos, *kits* didáticos experimentais, simulações computacionais, *sites* e ambientes virtuais de aprendizagem. O Professor 02, que ministrou as disciplinas *Conceitos de Física C e D* para alunos do noturno e diurno, considera que, desde o início da implementação das então *Físicas Básicas*, houve um esforço por parte dos

professores para identificar livros-texto de referência a serem utilizados nessas disciplinas pelos professores e alunos. O fato dessas disciplinas terem sido ofertadas, quando da sua criação, para alunos apenas do noturno, exigia do professor “tornar a aula o mais completa possível”, para o que ele foi levado à produção de textos próprios, específicos, para serem usados como guia, roteiro ou nota de aula. Parte desses textos pode ser vista, como já anunciado, em Rocha (2014, p. 321-491) e Rocha (2002, 2015, capítulo 3), e é facilmente notado que foram escritos em uma linguagem simples, sendo a abordagem dos temas essencialmente internalista, mais voltada, portanto, para o desenvolvimento conceitual da física. Na sua fala, o Professor 02, entretanto, não esclarece quais foram os princípios epistemológicos, metodológicos e historiográficos adotados, ou como trabalhou com fontes primárias e secundárias, o que é defendido por Vital e Guerra (2016).

Livros que têm uma construção histórica dos conteúdos, como os do Projecto Física, da Coleção Harvard, também foram recomendados, segundo o Professor 02, como um exemplo de como apresentar os conceitos científicos, mas o nível de exigência dos livros-textos dessa coleção, segundo o citado professor, não seria apropriado para um curso de graduação em física. Vale salientar, entretanto, que, apesar de concebida para o ensino médio, a Coleção Harvard foi também adotada, em faculdades dos Estados Unidos, para o ensino de uma física introdutória (Oliveira e Freire Jr, 2006).

Como texto complementar, o Professor 02 fazia uso dos livros do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), “versão para professores”, também pensado para o Ensino Médio, e do autor Paul Tipler (Eletricidade, Magnetismo e Óptica), que contém uma apresentação matemática simples, de nível superior, por isso mesmo adotado, às vezes, nas Físicas Gerais e Experimentais. Fez uso também do livro intitulado *Origens e Evolução das Ideias da Física*, referido anteriormente (Rocha, 2002, 2015), de autoria de docentes do próprio Instituto de Física, o qual traz uma apresentação histórica, em linguagem simples, dos conceitos da Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Ótica e Física Moderna, e que tem se mostrado muito útil aos alunos. O docente estende esse problema da bibliografia também às disciplinas Conceitos de Física A e B, as quais ele não lecionou, mas acompanhou o seu desenvolvimento por meio de contato com outros professores. Para ele, entretanto, essa questão, atualmente, está sendo equacionada, pelo fato de os docentes terem identificado outros livros que podem ser utilizados nessas disciplinas. Apesar de os professores não estarem familiarizados com tais livros, vê na reformulação curricular e na contínua oferta desses componentes uma oportunidade dessa bibliografia ser disseminada. Para ele, as atualizações formais das ementas e dos conteúdos programáticos, realizadas pelo Colegiado de Graduação e pelos Departamentos, em função da reforma e da ampliação para o diurno, convergem nesse sentido.

O Professor 02, de acordo com suas vivências, traz uma informação histórica relevante, qual seja, a de que, no início, durante o processo de implementação das então Físicas Básicas, em especial, de Físicas Básicas III e IV, não houve investimento para a compra de material. Esclarece, porém, que alguma coisa já existia no Instituto de Física, e que muitos equipamentos das Físicas Gerais e Experimentais também foram utilizados nas Físicas Básica (e Conceitos de Física), ao longo do tempo, porém de maneira diferente, com outro propósito, apesar de tal utilização não ter passado por uma decisão formal, institucional.

Analogamente ao Professor 02, além da produção de experimentos simples (qualitativos, na sua maioria), usados em sala de aula, o Professor 03 relata seguir uma literatura básica, tomando como referência as ementas e os programas, complementando com outras bibliografias, e contando com apoio do docente veterano, que o ajudou na aquisição desse material, sinalizando também o uso de um livro de história da ciência organizado por esse professor. O Professor 03 costuma deixar os textos disponíveis em seu próprio *site*, para consulta dos estudantes, demonstrando fazer uso de plataformas digitais para o ensino; um repositório de trabalhos didáticos e acadêmicos. Esses meios digitais encontram-se presentes também nas práticas do Professor 02 (*slides*) e do Professor 04, sendo

que este último utiliza os ambientes virtuais de aprendizagem para postar textos. O aplicativo *You Tube* foi outra plataforma encontrada para os alunos publicarem os vídeos dos experimentos realizados, com as respectivas explicações.

O Professor 04 cita que, da mesma forma que o Professor 03 o ajudou na realização dos experimentos em Conceitos de Física A e B, o docente veterano o ajudou na disciplina, Conceitos de Física C. Ele acompanhou as aulas do professor veterano, o que foi possível devido à defasagem temporal entre as disciplinas do diurno e do noturno, oportunidade em que selecionou materiais, como notas de aula, embora não os considerasse, propriamente, didáticos, para utilização em sala de aula, mas para uso próprio, para preparar as aulas. Já em Conceitos de Física A não pôde gozar do mesmo benefício. Isso, entretanto, não o impediu de fornecer material de leitura para os alunos. Tampouco o impediu de incentivá-los a adquirir componentes eletrônicos para a execução da parte experimental.

O Professor 01, por sua vez, considera que a disciplina que ensinou – Conceitos de Física B – tem característica particular, que é a fragmentação do conteúdo, mas diz que dispôs de material didático de cunho histórico, para uma parte do conteúdo, a Termodinâmica. Para esse assunto, conseguiu trazer artigos, textos, partes de livros, para que os estudantes pudessem ler e depois discutir em sala. Afirma que, por não estar em laboratório específico e por desconhecer os recursos disponíveis, teve também de produzir materiais experimentais e que, se estivesse no local apropriado, teria tido maior aproveitamento.

Para finalizar este tópico, podemos dizer que, apesar de os avanços já obtidos na seleção e produção de materiais ou recursos didáticos para as disciplinas Conceitos de Física, a carência de tais materiais ou recursos ainda tem se constituído um problema para os professores que ministram essas disciplinas.

#### v) *Categoria V: Dificuldades*

A insuficiência de livros-texto específicos, dirigidos para alunos da física universitária básica, que incorporem a HFC ao ensino da física, discutida na categoria anterior, foi relatada pelos Professores 01, 02 e 04, estando em concordância com o constatado por Martins (2006) e Martins (2007), quanto à carência de materiais didáticos estruturados histórica e filosoficamente, sendo, inclusive, um desincentivo para o Professor 01 voltar a lecionar a Conceitos de Física B. Dessa carência, surgiu a necessidade de os docentes terem que recomendar livros nem todos dirigidos ao ensino superior, mas adaptados a ele, e complementá-los com outros textos, produzidos pelos próprios educadores.

A inadequação da sala e a insuficiência de equipamentos para a realização de experimentos também dificultaram o trabalho docente, como relatado pelo Professor 01, quando diz que não estava em sala apropriada e não pôde explorar todos os experimentos possíveis; e, como afirma o Professor 04, quando diz que não havia disponibilidade de componentes eletrônicos para uso em laboratório. Interessante recordarmos o depoimento do Professor 02, segundo o qual houve uma aceitação tácita, por parte da Instituição, do uso dos equipamentos das Físicas Gerais e Experimentais nas disciplinas Conceitos de Física. Além de não ter havido uma disponibilização de sala de aula especificamente para essas disciplinas, mas apenas uma adaptação, o mesmo docente relata o papel do professor em ter que organizar tudo – *kits* experimentais, bancadas etc. – antes da aula propriamente dita, o que demandava, mas não contava com a participação ativa dos funcionários. Esses mostravam não compreender essas atribuições, o que contrasta com sua atuação nas Físicas Gerais e Experimentais, nas quais eles organizam as salas independentemente dos professores.

Concordando com o exposto acima, dito pelo Professor 02, o Professor 04 ressalta também ter que preparar as salas devido à ausência de laboratorista, ao contrário do que ocorre nas Físicas Gerais e Experimentais. Tampouco pôde contar com a assistência dos funcionários, quando

solicitados, mesmo propondo agendamento prévio. Outro agravante, referente à sua experiência inicial, foi a questão de planejamento administrativo ou logística, por estar ministrando as duas disciplinas no mesmo semestre letivo: Conceitos de Física *C* e Conceitos de Física *A*. A primeira, ministrada em sala de laboratório, ocorria logo após a aula de Conceitos de Física *A*, que era ministrada em sala de aula comum, em outro prédio, em horários consecutivos.

Dentre as dificuldades do Professor 04 - em que mostra uma certa inexperiência - também está a falta do detalhamento do conteúdo programático da disciplina. No caso da Conceitos de Física *C*, no semestre em que ele ministrou, pôde utilizar um conteúdo extraoficial, elaborado por um docente veterano. Já em Conceitos de Física *A*, não tinha um programa com conteúdo programático detalhado, no semestre em que ensinou, e teve que elaborar essa disciplina sozinho.

A alta demanda de leitura para preparar as aulas e a insuficiência de materiais ou recursos didáticos são consideradas uma dificuldade para os Professores 03 e 04. Para o Professor 03, isso inclusive contribuiu para reduzir o número de experimentos realizados, por falta de tempo para preparação, quando da primeira vez que ministrou a Conceitos de Física *B*. O Professor 04 soma a isso o cansaço provocado pela grande quantidade de aulas para preparar. É de se notar, entretanto, que essas são dificuldades naturais presentes na preparação de qualquer disciplina ministrada pela primeira vez, por um professor.

Outra dificuldade, que, para o Professor 02, pode inviabilizar o ensino nas disciplinas Conceitos de Física, é o número de alunos em sala de aula. Essas disciplinas não foram pensadas para 40 ou 50 alunos, por sala, mas para 20. Essa preocupação do Professor 02 está relacionada à proposta das Conceitos de Física, que é a problematização e a discussão conceitual, a partir da apresentação de experimentos e de sua articulação com a história da ciência. Para a apresentação de experimentos, um número elevado de estudantes, em cada sala (não apropriada para experimentos demonstrativos com um número grande de alunos), poderia comprometer a execução dos experimentos, para os quais se espera a interação dos alunos com os mesmos.

Dentre os quatro componentes curriculares denominados Conceitos de Física, a Conceitos de Física *B* tem a particularidade de ter um conteúdo muito fragmentado, como já referido. Esses conteúdos não seguem uma linha histórica que consiga conectá-los. Essa característica de Conceitos de Física *B* consistiu em uma dificuldade para o Professor 01, somando-se a isso a falta de elementos históricos para tratar alguns de seus tópicos, a exemplo de fluidos, oscilações e ondas. A única exceção foi com relação à Termodinâmica, o que já foi discutido anteriormente. O mesmo não aconteceu com o Professor 03, que conseguiu contornar essa dificuldade ao trabalhar com um tema geral, denominado por ele de “estrutura da matéria”, para, a partir daí, contemplar todos os conteúdos previstos, incorporando também aspectos históricos e filosóficos. A primeira disciplina, desse conjunto, a ser lecionada por esse docente foi, justamente, Conceitos de Física *B*, cuja experiência inicial julgou negativa.

Compreendemos, sem embargo, que tal impressão deveu-se mais à sua formação acadêmica do que à natureza do componente curricular, como viria a explicitar posteriormente. O desconhecimento de materiais didáticos e a falta de leitura envolvendo a HFC estão diretamente associados à sua trajetória como físico. A formação inadequada de professores para trabalhar com HFC e transpor esses conteúdos para a sala de aula é um problema ainda a ser superado no ensino de disciplinas que utilizam abordagens contextualizadas (como, é o caso das disciplinas Conceitos de Física), conforme pode ser visto em Martins (2006) e Forato, Martins e Pietrocola (2012), por exemplo.

Rosa (2006) e Rosa e Martins (2007) atribuem à formação (tradicional) dos docentes universitários (caracterizada por não ser suficientemente ampla), a principal dificuldade no ensino universitário de física, quanto à inserção de HFC. Essa formação é realizada, geralmente, no

bacharelado, e voltada, prioritariamente, para a pesquisa em física. Martins (2012) mostra que a mera incorporação de disciplinas de cunho histórico-filosófico no currículo (o que não é o caso das disciplinas Conceitos de Física) não é suficiente para o uso de HFC na prática pedagógica. Daí a importância do “como fazer”. Isso requer a articulação do conteúdo específico com o conhecimento pedagógico, o que Shulman (2014) chama de conhecimento pedagógico de conteúdo. É oportuno lembrar, entretanto, que a preocupação com a docência raramente está presente nos programas de pós-graduação, os quais, segundo Santos Filho e Dias (2016) e Maldaner (2017), além de formarem cientistas, também deveriam se preocupar com a sua educação para o magistério superior, em vez de ignorar o que Gauthier *et al* (2006) chamam de especificidades da profissão docente. Cunha e Pereira (2017) acrescentam que os critérios meritocráticos institucionais de valorização da pesquisa frente ao ensino, no ambiente universitário, reduz o interesse dos professores pela docência. Interessante notar que o Professor 03 conseguiu superar essa dificuldade, referente à sua formação, procurando interagir com o docente veterano e refletindo, como recomendam Schon (1990) e Pimenta (1999), sobre a sua própria prática, ressignificando-a. Apesar de o Professor 03 não fazer referência a aportes teóricos da Didática das Ciências, considera fabuloso ter lecionado Conceitos de Física A e B, transformando-se, não só como professor, mas como físico, em sua produção científica, e que teria sido um profissional melhor se tivesse cursado componentes curriculares como esses em sua formação. Deve-se notar, contudo, que outros docentes bacharéis não disseram que as suas dificuldades decorriam da educação que tiveram, como foi o caso dos Professores 01 e 02.

A resistência do modelo tradicional, caracterizado por uma formação não suficientemente ampla do docente, como mencionado, está, de maneira explícita, no discurso do Professor 03, ao ministrar Conceitos de Física. Compreendemos, entretanto, que as dificuldades introduzidas pela formação tradicional docente é apenas parte de uma questão mais geral que podemos chamar cultura do ensino de física. O ensino de física, como ele é feito atualmente, muitas vezes não abre espaço para práticas inovadoras, o que também é salientado por Milicic *et al* (2007). Para esses autores, dados anômalos que aparecem na atividade docente, e que requerem mudanças pedagógicas e didáticas, encontram, como resistência, a cultura acadêmica de origem. Da mesma forma que Milicic *et al* (2007), os autores Höttecke e Silva (2011) também constatam que, dentre as dificuldades para a consideração de elementos históricos e filosóficos em cursos de áreas científicas, como os de física, está a cultura do ensino de física, a qual envolve as formas de interação e comunicação nas salas de aula; o conhecimento de conteúdo que os professores consideram relevante para aprender física; as formas típicas de conduzir uma lição e estruturar as aulas; e normas e valores relevantes para ensinar e aprender. Essa cultura, na qual os docentes são formados, tem reflexos, também, na Educação Básica. Por inferência, podemos dizer que a “força da tradição” estende-se a outros aspectos já analisados, como a falta de espaço apropriado, pensado, especificamente, para essas disciplinas; ao fato de materiais ou recursos didáticos, utilizados nas mesmas, não terem se mostrado vinculados a um posicionamento oficial da Instituição; e ao apoio insuficiente do corpo técnico às atividades dessas disciplinas. As disciplinas Conceitos de Física não recebem atenção especial, mesmo sendo vistas como inovadoras ou singulares, distanciando-se das funções que, geralmente, são atribuídas às Físicas Gerias e Experimentais.

Por outro lado, não é só a carência de um número suficiente de professores com formação para pesquisar e ensinar sobre história da ciência que dificulta a inclusão da HFC no ensino de ciências, citada por Martins (2006), pois a existência desses professores em uma instituição universitária não garante que os mesmos estejam disponíveis para ministrar componentes curriculares dessa natureza, que prescrevem, explicitamente, o uso da abordagem contextualizada, com a utilização, inclusive, do recurso da história da ciência no ensino de física. No caso da Instituição pesquisada, são 7 docentes (cerca de dez por cento do total da Instituição) com formação de pós-graduação na(s) área(s) de ensino de ciências e/ou história da ciência, sendo que, no período de 2016 a 2019, conforme registros do Colegiado do Curso de Física, apenas 10 das 25 turmas dessas disciplinas foram ministradas por professores com essa formação de pós-graduação. Isso ocorreu por

razões diversas, dentre as quais, pelo interesse desses professores em ministrar também outras disciplinas de graduação, ou de pós-graduação, ou mesmo por necessidade dos Departamentos de destinar outras disciplinas para esses mesmos docentes ministrarem.

Vemos então que são muitas as dificuldades para ministrar essas disciplinas, em particular a imposta pelo tempo exigido para leitura e preparação de aula, devido, em parte, às lacunas concernentes à formação docente, como reflexo do modelo tradicional de ensino. Nenhum professor, entretanto, atribuiu explicitamente, em seu depoimento, dificuldades relacionadas aos alunos, sejam de conhecimentos prévios, desinteresse ou de qualquer outra natureza.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os componentes curriculares Conceitos de Física desempenham papel específico no currículo de graduação em Física, diferenciando-se tanto de disciplinas específicas de HFC, cujas ementas têm foco no ensino da história da ciência ou da filosofia da ciência, como das Físicas Gerais e Experimentais I, II, III e IV, que costumam abordar a física no formato tradicional (“quadro e giz”, centrada no docente). As Físicas Gerais e Experimentais utilizam largamente o Cálculo Diferencial e Integral, têm a teoria dissociada dos experimentos – com diferentes professores em diferentes salas de aula – e têm foco na resolução de problemas, na aplicação de fórmulas e equações, com pouca ênfase na discussão dos conceitos. As disciplinas Conceitos de Física, por sua vez, preenchem um espaço no currículo não ocupado pelas Físicas Gerais e Experimentais, na medida em que, tendo a matemática como uma habilidade estruturante do pensamento científico e não como uma habilidade técnica, criam uma oportunidade para a aprendizagem de conceitos e fenômenos físicos que não são abordados, ou são abordados de forma mais técnica e operacional nos demais componentes curriculares. Nas disciplinas Conceitos de Física, os experimentos ocupam uma parcela importante da carga horária e cumprem a função de, na sala de aula, facilitar a problematização dos conceitos científicos, principalmente quando tais experimentos têm importância histórica, e a história da ciência é usada para recuperar o contexto em que foram produzidos.

A partir das cinco categorias, apresentadas anteriormente, podemos compreender a experiência de ensino realizada nas disciplinas Conceitos de Física *A*, *B*, *C* e *D*, do Curso de Física da UFBA, diurno, modalidades licenciatura e bacharelado, e noturno, modalidade licenciatura, como uma inovação no ensino da física universitária básica ao possibilitar abordar, de maneira contextualizada, mesmo enfrentando dificuldades, aspectos históricos, experimentais, matemáticos e conceituais da física, na medida em que permite “articular ou situar [de alguma forma], o conhecimento específico da disciplina (parte) a contextos mais amplos de significado (todo) [...]” (Kato & Kawasaki, 2011). As três primeiras categorias (Inserção de HFC, Experimentação e Matematização) mostram que o prescrito nas ementas está sendo abordado em sala de aula, pelo menos em parte, ainda que não igualmente por todos os professores, nem igualmente em todas as disciplinas. Além disso, mesmo os docentes não tendo explicitado claramente o que entendiam por “contextualização”, percebe-se das suas falas que houve um esforço para contextualizar o conteúdo científico por meio da história e filosofia da ciência, recuperando, em alguma extensão, o contexto em que o conhecimento foi produzido. Houve um esforço também para contextualizar esse conteúdo por meio da experimentação, ao aproximar, em alguma medida, o conteúdo científico à vivência do aluno, oferecendo um espaço de participação, estimulando o compartilhamento das ideias advindas do conhecimento prévio sobre o fenômeno em estudo. Não há referência explícita, entretanto, a esforços para articular conteúdos de diferentes áreas científicas, nem a esforços para minimizar os danos causados no processo de transposição didática, itens esses também citados por Macedo (2013) em sua síntese das discussões dos conceitos de contextualização em alguns documentos oficiais. No que diz respeito às categorias Materiais e Recursos Didáticos, e Dificuldades, essas mostram limitações, mas não impedimento, para a adoção dessa abordagem. Mostram limitações, principalmente, no que se referem à carência de materiais ou recursos didáticos e à carência de um

número suficiente de professores com formação adequada para ministrar disciplinas dessa natureza, ou conscientes do desafio do ensino contextualizado. Dificuldades como essas já tinham sido identificadas, em 2014, no oferecimento das Físicas Básicas, do Curso de Física, Licenciatura, noturno, por Rocha (2014), quando realizou uma extensa avaliação qualitativa, com enfoque histórico, envolvendo professores e alunos, da repercussão das Físicas Básicas na formação dos licenciados em física (noturno), no período 1999-2013. Esse trabalho, mesmo restrito ao curso noturno, revelou que, apesar das dificuldades citadas - e dúvidas, de alguns, quanto à necessidade dessas disciplinas no currículo de física -, os resultados obtidos com esses componentes curriculares tinham sido válidos. Isso, seguramente, estimulou o Colegiado do Curso de Física a estender a experiência das Físicas Básicas também ao Curso de Física, diurno, acompanhada da unificação das matrizes curriculares das licenciaturas do diurno e noturno, a partir de 2016, quando passaram a ser denominadas Conceitos de Física. Na prática, isso significou um reconhecimento tácito, por parte da Instituição, das Físicas Básicas como uma experiência curricular válida, em que pesem as dificuldades ainda a serem superadas.

No que diz respeito, especificamente, às três primeiras categorias, observamos na categoria Inserção de HFC, que aspectos históricos e, como decorrência, aspectos filosóficos, pode variar a forma e a profundidade com que isso é feito, nessas disciplinas, por cada professor, como referido anteriormente. Pode variar desde um modo em que é pouco articulada com as discussões estabelecidas em sala de aula, até uma maneira mais efetiva, em que a própria disciplina é organizada em bases históricas, principalmente quando dispõem de material ou recurso didático para tanto. É permitido dizer então que essa experiência representa, em alguma medida, uma tentativa prática de incorporação de HFC ao ensino da física universitária básica. Essa variedade de formas e profundidade não é surpreendente, tendo em conta que os professores dessas disciplinas têm formação as mais variadas e essa é uma experiência de ensino em situação real. É de notar também que a designação dos professores de física para ministrarem tais disciplinas é feita de acordo com a disponibilidade e preferência desses professores, que exercitam o que prescrevem as ementas da forma que consideram adequada ou possível. Quanto à categoria Experimentação, podemos dizer que o seu uso ocorreu também de forma diversificada, o que também não é surpreendente, pelas mesmas razões. Em determinada disciplina e determinado assunto, os alunos são convidados a produzir os experimentos, simples, para serem apresentados e discutidos, oportunamente, em sala de aula; em outra, o próprio professor apresenta um experimento demonstrativo básico para problematizar o assunto, discutindo os aspectos históricos e os conceitos a ele associados. E assim por diante. Não há, portanto, um padrão. De qualquer forma, atividades práticas como essas ajudam a compreender os conceitos, ideias, modelos (relacionando teoria e prática) e motivam a aprendizagem da ciência (as práticas como geradoras de atitudes científicas positivas). No que se refere à categoria Matemização, vemos uma tendência geral dos sujeitos pesquisados de trabalharem a matemática como habilidade estruturante do pensamento físico, e não, simplesmente, como uma habilidade técnica, mesmo cientes dos desafios inerentes a esse processo.

As falas dos sujeitos pesquisados, que ministraram essas disciplinas no período 2016-2019, mostraram também haver um consenso, entre os docentes entrevistados, com relação à importância de disciplinas como as Conceitos de Física para ambas as modalidades de graduação em física, bacharelado e licenciatura. Esse é um movimento na direção de romper com a conhecida dicotomia entre educação científica e treinamento científico, principalmente no tocante à formação do bacharel em física. Esses bacharéis, ao darem continuidade à formação acadêmica, também exercerão funções docentes e não apenas de investigação, de modo que o contato com abordagens contextualizadas da física, que incorporem aspectos históricos e filosóficos da ciência, pode ser um elemento a ser considerado na educação desses eventuais professores.

Dos depoimentos foi possível compreender ainda que o modelo tradicional do ensino universitário básico, geralmente ancorado nas Físicas Gerais e Experimentais, induz, de diferentes

formas, resistência ao desenvolvimento das disciplinas Conceitos de Física, sendo essa, talvez, a origem do pouco apoio institucional (ou de logística), a esses componentes curriculares, em que pesem os avanços trazidos pela reformulação curricular de 2016. Além disso, corroborando o que foi identificado por Rocha (2014), a disciplina Conceitos de Física B, antiga Física Básica II, apresenta uma particularidade em seu conteúdo programático. Ele é diversificado e não há uma conexão simples e direta entre os diferentes assuntos prescritos na ementa, o que se mostrou um grande desafio ou dificuldade, mas não um impedimento, em seu ensino contextualizado.

Do que foi apresentado, podemos extrair também algumas lições: i) é possível trabalhar com os aspectos históricos e filosóficos, especialmente históricos, no ensino de física, a partir dessas disciplinas; ii) aspectos históricos são utilizados explicitamente, enquanto aspectos filosóficos apareceram, em geral, como consequência da abordagem contextualizada; iii) é possível articular experimentos de física com aspectos históricos, em sala de aula, dessas disciplinas, mesmo que isso se constitua em um desafio para o professor, em razão da insuficiência de materiais ou recursos didáticos; da insuficiência de equipamentos para experimentos demonstrativos, específicos para essas disciplinas; da falta de sala de aula adequada para essas disciplinas; do eventual excesso de alunos por sala; e do distanciamento do corpo técnico de apoio; iv) a matematização dos conteúdos ministrados é desejável nessas disciplinas, mas sem ênfase igual à que é dada em outros componentes curriculares; v) as dificuldades nessas disciplinas vão além das lacunas deixadas ou das dificuldades introduzidas pela formação tradicional dos docentes, durante a graduação; vi) são necessários professores de física com disponibilidade e empenho para selecionar materiais com resultados de pesquisas acadêmicas na área e/ou para produzir o próprio material didático, mesmo que complementarmente; vii) a existência, na instituição, de professores com formação adequada para pesquisar e ensinar sobre história da ciência, não garante que os mesmos estejam disponíveis para ministrar componentes curriculares dessa natureza; e viii) as disciplinas Conceitos de Física são uma inovação na matriz curricular do Curso de Física, nas suas modalidades licenciatura e bacharelado, e por ser uma inovação, surgem muitas dificuldades para a implementação das mesmas.

Podemos finalizar dizendo que a inclusão das disciplinas Conceitos de Física A, B, C e D, no Curso de Física, diurno, modalidades licenciatura e bacharelado, e noturno, modalidade licenciatura - como extensão da experiência de ensino realizada no Curso de Física, Licenciatura, noturno, através das Físicas Básicas I, II, III e IV, iniciada em 1999 – constitui-se uma experiência desafiadora, em desenvolvimento. Essa experiência é um exemplo de abordagem contextualizada, com utilização de HFC associada, em alguma medida, à experimentação e à matematização, no ensino de ciências, ou, mais especificamente, no ensino da física universitária básica. Tal abordagem é acompanhada de dificuldades ou limitações de natureza acadêmica ou administrativa, entre as quais a insuficiência de materiais ou recursos didáticos adequados a essas disciplinas e a persistente carência de um número suficiente de professores com formação para pesquisar e ensinar sobre história da ciência, ou, considerando a existência de alguns, a não disponibilidade permanente de tais docentes para ministrar disciplinas dessa natureza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Studies and Science Education*, 95, 518-542.
- Bagdonas, A. (2015). *Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Batista, R. F. M. & Silva, C. C. (2018). Abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados (São Paulo)*, 32(94), 97-110.

- Bicudo, M. A. V. (2000). *Fenomenologia: confrontos e avanços*. São Paulo: Cortez.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – Ensino Médio. Brasília: DF: Ministério da Educação.
- Brasil. (2002). Ministério da Educação e Cultura. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+). Brasília: DF: Ministério da Educação.
- Carvalho, A. M. P. (2010). As práticas experimentais no ensino de Física. In: A. M. P. CARVALHO *et al*, *Ensino de Física* (pp. 53-78). São Paulo: Cengage Learning.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social Research: Meaning and Perspective in the Research Process*. London: SAGE Publications.
- Cunha, E. R. & Pereira, J. E. D. (2017). Docência no ensino superior: uma breve revisão das pesquisas sobre a formação docente e a prática pedagógica do professor universitário. In: J. G. S. LOPES; L. MASSI, *Aprendizagens da docência no Ensino Superior: desafios e perspectivas da Educação em Ciências*. (pp. 27-52). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Delizoicov, D. (2012). Docência no ensino superior e a potencialização em Educação em Ciências. In: N. M. D. GARCIA, I. HIGA, E. ZIMMERMANN, C. C. SILVA & A. F. P. MARTINS (orgs.), *A Pesquisa em Ensino de Física e a sala de aula* (pp. 215-226). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Forato, T. C. M.; Martins, R. A. & Pietrocola, M. (2012). Enfrentando obstáculos na transposição didática da História da Ciência para a sala de aula. In: L. O. Q. PEDIZZI, A. F. P. MARTINS, J. M. H. FERREIRA. (Orgs.), *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino* (pp. 123-153, cap. 5). Natal: EDUFRN.
- Francisco Júnior, W. E.; Andrade, D. R. & Mesquita, N. A. S. (2015). Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de História e Filosofia das Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(1), 76-98.
- Gauthier, C.; Martineau, S.; Desbiens, J. F.; Malo, A. & Simard, D. (2006). *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. (Tradução: Francisco Pereira). Ijuí: Ed. Unijuí.
- Greca, I. M. R.; Arriasecq, I. & Teixeira, E. S. (2018). El Uso de la Historia y la Filosofía de la Ciencia en las Clases de Física. In: J. A. M. VILLAGRÁ, M. J. F. GEBARA (Org.), *Estrategias Didácticas para la Enseñanza de la Física* (pp 43-61). Burgos: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional.
- Hidalgo, J. M.; Schiavini, M. & Silva. M. M. (2018). História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 805-850.
- Höttecke, D. & Silva, C. C. (2011). Why implementing history and philosophy of science in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, 20(3-4), 293-316.
- Kato, D. S. (2007). *O significado pedagógico da contextualização para o ensino de ciências: análise dos documentos curriculares oficiais e de professores*. 2007. 119f. Dissertação (mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação, área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Kato, D. S. & Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35-50.

- Kato, D. S. & Kawasaki, C. S. (2007). *O significado pedagógico da contextualização para o ensino de ciências: análise dos documentos curriculares oficiais e de professores*. Anais do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e em Ciências. 28 de novembro e 01 de dezembro de 2007 - UFSC, Florianópolis.
- Lopes, A. C. (2002). Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação & Sociedade (Campinas)*, 23(80), p. 386-400.
- Lopes, A. C.; Gomes, M. M. & Lima, I. S. (2003). Diferentes Contextos na Área de Ciências nos PCNs para o Ensino Médio: limites para a integração. *Contexto & Educação*, 18(69), 45-67.
- Macedo, C. C. (2013). *Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de física*. 2013. 187 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.
- Maldaner, O. A. (2017). Prefácio. In: J. G. S. Lopes, L. Massi. *Aprendizagens da docência no Ensino Superior: desafios e perspectivas da Educação em Ciências* (pp. 7-15). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Martins, A. F. P. (2007). História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 112-131.
- Martins, R. A. (2006). Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: C. C. Silva (Org.), *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (pp. XVII-XXX). São Paulo: Livraria da Física.
- Martins, J. & Bicudo, M. A. V. (1989). *A pesquisa qualitativa em Psicologia. Fundamentos e recursos básicos*. São Paulo: Editora Moraes.
- Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Mendes, G. H. G. I. & Batista, I. L. (2016). Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes. *Ciência & Educação*, 22(3), 757-771.
- Milicic, B.; Sanjosé, V.; Utges, G. & Salinas, B. (2007). La cultura académica como condicionante del pensamiento y la acción de los profesores universitarios de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 263-284.
- Moreira, J. S. & Bernardo, J. C. L. (2018). A base de conhecimentos profissionais para o ensino: provocações à docência universitária. *Revista Educação e Emancipação*, 11(1), 78-104.
- Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, 32(94), 73-80.
- Neves, D. R. M.; Pereira, B. A.; Pereira, S. A.; Forato, T. C. M. & Bianco, A. A. G. (2019). Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(1), 256-286.
- Oliveira, B. J. & Freire Júnior, O. (2006). Uma Conversa com Gerald Holton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(3), 315-328.

- Pietrocola, M. (2010). A Matemática como linguagem estruturante do pensamento físico. In: A. M. P. CARVALHO *et al* (Eds), *Ensino de Física* (pp 79-105). São Paulo: Cengage Learning.
- Pimenta, S. G. (1999). Formação de professores: identidades e saberes da docência. In: S. G. PIMENTA (Org.), *Saberes pedagógicos e atividade docente* (pp. 15-34). São Paulo: Editora Cortez.
- Ribeiro, F. M. (2020). *Abordagem contextual: as experiências de docentes das disciplinas Conceitos de Física A, B, C e D, do Curso de Física, da UFBA*. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, BA.
- Ricardo, E. C. (2005). *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências*. 2005. 257 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Rocha, J. F. M. (2016a). História de uma experiência singular de ensino - Parte I: a criação do Curso de Física, Licenciatura, noturno, da UFBA. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(1).
- Rocha, J. F. M. (2016b). História de uma experiência singular de ensino - Parte II: o caso das disciplinas Físicas Básicas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(2).
- Rocha, J. F. M. (2015). *Origens e Evolução das Ideias da Física*. Salvador: EDUFBA, 2ª Edição.
- Rocha, J. F. M. (2014). *Origens e Evolução do Curso de Física, Licenciatura, Noturno, da Universidade Federal da Bahia: O Caso das Disciplinas Físicas Básicas III e IV*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. UFBA/UEFS. Salvador, BA.
- Rosa, K. D. (2006). *A inserção de história e filosofia da ciência na formação de professores de física: as experiências da UFBA e da UFRGS*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia/Universidade Federal de Feira de Santana, Salvador, Bahia, Brasil.
- Rosa, K. & Martins, M. C. M. (2007). A inserção da História e da Filosofia da Ciência no currículo de licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: uma visão de professores universitários. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*, 12(3).
- Sahelices, C. C. (2018). La enseñanza integrada del conocimiento físico y matemático: una mirada desde el aprendizaje significativo. In: J. A. M. VILLAGRÁ, M. J. F. GEREBA (Orgs.), *Estratégias Didáticas para la Enseñanza de la Física* (pp 95-120). Burgos: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos.
- Santos Filho, J. C. & Dias, C. L. (2016). Profissão acadêmica e scholarship da docência: novo olhar sobre as múltiplas funções do docente universitário. *Avaliação*, 21(3), 837-857.
- Schon, D. (1990). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Shulman, L. (2014). Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. *Cadernos/scenepec*, 4(2), 196-229.
- Silva, A. P. B. (2019). Distorções científicas perenes e suas consequências para o ensino de ciências: a relação entre eletricidade, magnetismo e calor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(4).

Silva, C. M. da; Alves, M. F. S. & Leboeuf, H. A. (2019). A história e filosofia da ciência no ensino de física: uma análise das publicações com propostas implementadas em sala de aula. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 3(3).

Souza, R. S.; Silva, I. L. & Teixeira, E. S. (2020). Contextualização histórica: um estudo piloto no ensino de mecânica quântica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 15(2).

Souza, R. S. & Miranda, S. B. (2022). Investigações sobre a possibilidade de reconhecer apropriações indevidas da mecânica quântica: o papel da divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44.

Teixeira, E. S.; Greca, I. M. & Freire Jr. (2012). O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de Física. In: L. O. Q. PEDUZZI, A. F. P. MARTINS, J. M. H. FERREIRA (orgs.), *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal, RN: EDUFRN. p. 9-40.

Teixeira, E. S.; Greca, I. M. & Freire Jr., O. (2009). The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions. *Science & Education*. DOI 10.1007/s11191-009-9217-3.

Villagrà, J. A. M. (2018). Trabajos prácticos por indagación como estrategia para la enseñanza de la física. In: J. A. M. VILLAGRÀ, M. J. F. GEREBA (orgs.), *Estratégias Didáticas para la Enseñanza de la Física*. (pp. 121-156). Burgos: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos.

Vital, A. & Guerra, A. (2016). Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção de história da ciência no ensino. *Ciência e Educação*, 22(2), 1-12.