
ENGENHARIA DIDÁTICA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO DA LICENCIATURA EM FÍSICA: POSSIBILIDADES DIDÁTICAS E REFLEXÕES SOBRE A REALIDADE DA SALA DE AULA

*DIDACTIC ENGINEERING IN THE SUPERVISED INTERNSHIP OF THE DEGREE
IN PHYSICS: DIDACTIC POSSIBILITIES AND REFLECTIONS ON THE REALITY
OF THE CLASSROOM*

Luís Gomes de Lima¹

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo analisar a aplicação da Engenharia Didática para elaboração de Sequências Didáticas específicas ao ensino de física em turmas do Ensino Médio. Busca-se analisar o potencial didático da Engenharia Didática para superação dos obstáculos cognoscíveis de estudantes de física de escolas públicas do Oeste do Paraná. No contexto proposto, quatro graduandos do curso de licenciatura plena em física, da Universidade Federal do Paraná, desenvolveram as quatro etapas da Engenharia Didática em seus estágios supervisionados diretamente com estudantes do 1º ano e 3º ano do Ensino Médio. Em seguida, os estagiários elaboraram Sequências Didáticas específicas à superação dos obstáculos dos estudantes observados nas salas de aula. Os resultados apontam para possibilidades de aplicação da Engenharia Didática como ferramenta didática ao ensino de física. As contribuições da Engenharia Didática, para formação inicial de professores, são notadas na elaboração das Sequências Didáticas. As quais contribuem para que os futuros professores consigam relacionar a teoria das suas aulas na graduação com a realidade concreta do chão de sala de aula em toda sua extensão e complexidade.

Palavras chave: Engenharia Didática; Sequência Didática; Estágio Supervisionado, Ensino e Aprendizagem da Física.

Abstract

The objective of this work is to analyze the application of Didactic Engineering for the elaboration of Didactic Sequences specific to the teaching of Physics in High School classes. The aim is to analyze the didactic potential of Didactic Engineering to overcome the recognizable obstacles of physics students from public schools in western Paraná. In the proposed context, four graduates of the full degree course in physics, at the Federal University of Paraná, developed the four stages of Didactic Engineering in their directly supervised internships with students of the 1st and 3rd years of high school. Then, the interns elaborated specific Didactic Sequences to

¹ Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - DEC, PPGECEMTE e EnCiMaT.

overcome the obstacles of the students observed in the classrooms. The results point to possibilities of applying Didactic Engineering as a didactic tool for teaching physics. The contributions of Didactic Engineering, for the initial training of teachers, are noted in the elaboration of Didactic Sequences. Which contribute to future teachers being able to relate the theory of their undergraduate classes with the concrete reality of the classroom floor in all its extension and complexity.

Keywords: Didactic Engineering; Didactic Sequence; Supervised Internship, Teaching and Learning of Physics.

Introdução

O estágio supervisionado é considerado como uma das etapas mais relevantes para formação de professores, especialmente por possibilitar aos licenciandos contrastar e refletir sobre as disciplinas estudadas em sua graduação e a realidade do chão de sala de aula, a fim de buscar consolidar uma harmonização entre teoria e prática. Tais especificidades fazem com que o estágio supervisionado seja compreendido como um verdadeiro fenômeno pedagógico de formação.

Esse fenômeno se concretiza ao considerarmos que o estágio supervisionado na licenciatura em física permite aos licenciandos, conectar os conhecimentos canônicos e propedêuticos das disciplinas estudadas em sua formação, com a didatização destes por meio da experiência dos professores em sala de aula. Trata-se de uma superação e potencialização da formação de futuros professores, como afirma Tardif (2014), ao lembrar que não é mais possível que a formação de professores seja baseada apenas nos estudos de conhecimentos disciplinares e sua simples aplicação na prática por meio de estágios, antes é um momento de reflexão e de possibilidades de compreensão sobre a experiência e realidade escolar.

No aspecto legal, importa lembrar que os estágios supervisionados são previstos na Lei 9394/1996 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) – Resolução CNE/CP nº 1/2002 (BRASIL, 2002), estipulam os cursos de formação de professores da educação básica, em nível superior, em cursos de licenciaturas, de graduação plena com duração de 2800 h. A Lei nº 11788/2008, por sua vez, define estágio e insere-o no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), integrando-o à formação do licenciando, além de determinar o professor da universidade como orientador do estágio e o professor da escola como supervisor do estágio. Por conseguinte, as novas DCN, estipuladas pelo CNE/CP nº 2/2015 (BRASIL, 2015), regulamentam a formação inicial em nível superior em licenciaturas,

formação pedagógica para graduados e, formação continuada, ampliando a carga horária dos cursos para 3200 h, com 400 h estágio, a serem realizados na segunda metade do curso.

Esse histórico de construção e lutas pela melhoria da educação e da formação docente sofre um colapso, a partir dos acontecimentos ideológicos, políticos, econômicos e sociais que culminaram no impeachment da presidenta Dilma Rousseff em 2016. A mudança de propósitos progressistas que vinham se instaurando no país foram sentidas em todos os setores da sociedade, inclusive na educação. Em pouco tempo instaura-se uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que retira conteúdos articulados em conhecimentos e saberes disciplinares do currículo das escolas, substituindo-os, pelo conceito de competências e habilidades.

Além de exterminar disciplinas históricas do currículo escolar, substituindo-as por áreas genéricas que juntam várias disciplinas com perfis epistemológicos distintos. O que enfraquece qualquer possibilidade de acesso ao conhecimento sistematizado e acumulado ao longo da história da humanidade nas diversas disciplinas escolares. Também, apressa-se, ainda em 2016, a implantação do chamado Novo Ensino Médio (NEM), fruto de uma Medida Provisória, a MP 746 de 2016, que logo vira a Lei nº 13415 de 2017. O NEM consolida toda precarização presente na BNCC, especialmente para as escolas públicas, que detém as matrículas dos filhos e filhas de trabalhadores. Dentro desse pacote, a Resolução CNE/CP nº 02/2019, com as DCN 2019 (BRASIL, 2019), também colocam em risco a formação docente, ao revogarem as DCN de 2015. Ressalte-se que a DCN 2019, institui a chamada Base Nacional Comum-Formação (BNC-Formação), que prevê para formação docente, a mera aplicação da BNCC, além de determinar para essa formação apenas 800 horas. Isso, porque, das 3200 horas previstas, há uma armadilha, a saber: 1600 horas devem ser usadas para ensinar os licenciandos a aplicarem a BNCC, 400 horas para estágio, 400 horas para práticas e, as 800 horas restantes para as especificidades epistemológicas, pedagógicas e didáticas de cada licenciatura. Fica evidente o retrocesso e a precarização pretendida para a formação de professores em todo esse pacote de reformas educacionais da atualidade.

Esse pequeno recorte é relevante para demonstrar que há incertezas sobre o futuro da educação brasileira. Haja vista o empenho dos reformadores empresariais da educação (FREITAS, 2012) em transformar a educação pública em ativo financeiro, além da suspensão da implantação do NEM devido a Portaria MEC

627/2023, a fim de realizar debates e audiências públicas. Embora, entidades civis, grupos de estudantes, sindicatos, grupos acadêmicos e demais pesquisadores da área insistirem na necessidade de revogação dessas reformas, não há certeza sobre o futuro educacional do país. Especialmente pela fala do presidente da República de que não irá revogar todo esse pacote privatista². Nessa perspectiva, a efetividade do estágio supervisionado, como momento importante de reflexão para formação inicial dos professores é incerto.

Diante dessas incertezas, assumimos como relevante ao estágio supervisionado os pressupostos regulamentados pelas DCN 2015 para a exposição do presente trabalho. Nesse contexto, importa salientar que para o estágio supervisionado, conforme lembram Pimenta e Lima (2008), não se deve separar teoria e prática em aspectos reducionistas voltados à mera atividade prática instrumental. O que implicaria reduzir o estágio à aplicação de aulas teóricas estudadas na primeira metade dos cursos de formação inicial. No sentido contrário, os autores defendem que o estágio possui especificidades epistemológicas únicas, por isso, deveria ser considerado como um campo de conhecimento com teorias e práticas próprias, com o objetivo de se tornar: “*uma atividade de conhecimento das práticas institucionais e das ações nelas praticadas*” (LIMA; PIMENTA, 2006, p. 13). Essa percepção sobre o estágio supervisionado, possibilita, portanto, a compreensão dos licenciandos sobre a complexidade das práticas e ações institucionais escolares, para sua futura atuação profissional.

Nesse contexto, o estágio supervisionado possibilita aos futuros professores contato direto com o chão de sala de aula e com os professores que lhes servem de modelo. Leva-os a reavaliarem processos didáticos e pedagógicos na medida em que refletem sobre a teoria e a prática, o que possibilita criarem formas próprias de ser e agir como futuros professores. Constituem-se como ricas possibilidades de verificação e enfrentamento das tensões escolares e suas contradições (CHARLOT, 2008), as quais, em geral, levam à dicotomia entre teoria e prática, como apontado por Rezende e Ostermann (2005).

De acordo com essas autoras, há um total desencontro entre as pesquisas da área de ensino de física e os problemas de ordem pedagógica nas escolas. Os

² Diante das críticas e cartas de revogação, o presidente Lula afirmou em 06/04/2023: “*Nós não vamos revogar. Nós suspendemos e vamos discutir com todas as entidades interessadas em discutir*”. Noticiado em vários meios de comunicação, como CNN Brasil, globo.com, UOL, entre outros.

problemas reais enfrentados por professores de física para ensinar física nas escolas públicas apontados por Rezende e Ostermann (2005), são conhecidos da prática educacional, a saber: 1) pouco tempo para planejamento das aulas e avaliação da aprendizagem; 2) dificuldades decorrentes dos vestibulares; 3) deficiências cognitivas dos alunos de séries anteriores; 4) atitude desfavorável dos alunos; 5) falta de perspectiva e desinteresse dos alunos; 6) indisciplina dos alunos. O que difere com os interesses da área de pesquisa em ensino de física, consolidada conforme as autoras por: 1) agenda em processos de ensino e aprendizagem; 2) metodologias de ensino; 3) uso de recursos como TICs e laboratórios didáticos; 4) desconsideração do contexto escolar e das condições reais de trabalho dos professores nas pesquisas.

De fato, não só o trabalho do professor de física, mas de todo professor do ensino básico nas escolas públicas, é marcado por problemas que necessitam maior reflexão para proposições de superação das contradições existentes. Entretanto, a maioria das mazelas presentes nas escolas não são de ordem didática, ou pedagógica. Antes, são fruto do descaso e da hipocrisia daqueles que dominam as condições sociais e desenham os sistemas públicos de educação (ENKVIST, 2020). Dentre os principais problemas não enfrentados, o trabalho de Pugliese (2017) ressalta três, a saber: a) falta de tempo; b) trabalho solitário e mecanizado e; c) desvalorização do trabalho docente.

A questão do tempo é fácil de ser verificada, haja vista que os professores passam quase todo o tempo dentro da sala de aula lecionando para diversas e numerosas turmas, com isso: *“o tempo do professor fora da sala de aula está concentrado em locomoções entre unidades escolares e outros afazeres”* (PUGLIESE, 2017, p. 973).

Como não há tempo disponível para pesquisas ou para articulações de planejamento com outros professores, a fim de buscar uma reflexão para construção de propostas de superação a respeito dos problemas cotidianos do chão de sala de aula, o professor se vê, na prática, efetuando um trabalho solitário e repetitivo. Essa mecanização é necessária, inclusive, para sua sobrevivência, haja vista que, em muitos casos, leciona em até três turnos, das 07:00 h às 23:00 h, de segunda à sexta-feira. Isso, quando as escolas não inventam festividades nos sábados, obrigando os professores a mais um período na escola, para trabalhar em atividades não docentes, como vendedores de barraquinhas improvisadas. Motivo pelo qual *“é fácil perceber*

que grandes sugestões de inovações não interferem significativamente na realidade da sala de aula, mesmo após muitos anos” (PUGLIESE, 2017, p. 973).

O terceiro ponto é, a desvalorização do trabalho docente enquanto profissão, que leva a sua precarização e proletarização (CONTRERAS, 1997). Como profissional não valorizado, o professor é submetido a todo tipo de situação precarizada. Como aponta Puglise 2017 (p. 973, grifos meus), ao verificar que a maioria dos professores: **“apesar de possuírem 10 ou mais anos de experiência e cursos de pós-graduação, ainda recebem salários inferiores aos mínimos de outras categorias onde o diploma de ensino superior também é requisitado”**. Os 18 pontos levantados pelo autor, explicam bem a precarização do professor de física:

- 1) 57% trabalham em mais de uma unidade escolar; 2) 38% compartilham aulas entre sistemas públicos e privados; 3) 50% lecionam Física e mais alguma outra disciplina; 4) 44% ministram mais de 30 aulas por semana; 5) 100% lecionam de 1 a 3 aulas de Física por semana por turma; 6) 50% têm, em média, mais de 35 alunos por classe; 7) 82% recebem no máximo 5 horas-aula semanais para trabalhos extraclasse; 8) 88% recebem no máximo 5 horas-aula semanais para trabalhos extraclasse fora da carga horária; 9) 44% recebem até R\$ 2900,00 mensais numa jornada de 40 horas semanais e 50% recebem entre R\$ 2900,00 e R\$ 7250,00; 10) 94% não participam ativamente de nenhum sindicato; 11) as aulas são quase que exclusivamente expositivas de conteúdo; 12) as atividades realizadas com os alunos são pautadas em resoluções de exercícios; 14) nenhum professor afirma que seus alunos, em geral, aprendem Física; 15) 94% têm cursos de pós-graduação; 16) os 10 temas mais ensinados são da Física Clássica; 17) os 10 temas menos ensinados são da Física Moderna; 18) 50% dos professores conhecem bem alguns temas da PEF (PUGLIESE, 2017, p. 972-973).

Pelo exposto, verifica-se que os problemas apresentados sobre a realidade do chão da sala de aula e, da precarização/proletarização da profissão docente, com todas suas angústias e consequências, não constituem um problema de ordem didática, ou pedagógica. São problemas sociais, econômicos, políticos, ideológicos, que não podem ser resolvidos nos cursos de formação de professores. Simplesmente, porque os formadores de professores, não têm o poder de aumentar o salário docente, ou de evitar a superlotação de salas de aula, muito menos o de garantir a total infraestrutura que as escolas necessitam. Essa é uma colocação necessária, a fim de se evitar a ilusão de que tais problemas sejam de ordem da formação docente, como bem lembra Martins (2009), o estágio supervisionado não irá resolver os problemas

que são independentes da formação inicial dos professores, das disciplinas das licenciaturas, e das práticas de ensino.

As mazelas do ensino médio de física nas escolas visitadas não podem ser solucionadas apenas no âmbito da universidade e do curso de formação inicial. Não basta que criemos novas demandas sobre os ‘saberes’ que o futuro professor deve ou não possuir, ou estabelecermos um vínculo mais estreito entre as ‘Práticas de Ensino’ e a pesquisa em ensino de ciências [...]. **Uma experiência significativa de estágio depende da existência de instituições minimamente estruturadas e capacitadas** para receber os estagiários (MARTINS, 2009, p. 3402-6, grifos meus).

A saída é apontada por Martins (2009) como política, sendo preciso a construção de efetivas políticas públicas de educação, uma vez que se evidencia:

A necessidade imperiosa da proposição e execução de **políticas públicas que visem transformar o quadro precário e caótico em que se encontra as escolas da rede pública** [...]. Não pode haver formação inicial e continuada de qualidade sem o envolvimento ativo do Estado e de toda a sociedade. **Cabe à Secretaria Estadual da Educação**, por exemplo, garantir o bom funcionamento das escolas e a existência de profissionais qualificados e habilitados – em todas as disciplinas – para lecionar (MARTINS, 2009, p. 3202-6, grifos meus).

Dessa forma, desmistificado o papel do estágio supervisionado como salvacionista da formação docente, fica mais fácil compreendê-lo como etapa de formação que possibilita a reflexão sobre a prática didática e pedagógica no chão de sala de aula. Em especial, a respeito do papel de didatização do conhecimento curricular na sala de aula, e dos obstáculos epistemológicos e pedagógicos (BACHELARD, 1938), respectivamente, dos estudantes e dos professores do ensino básico. O estágio supervisionado, estruturado nessa perspectiva, pode trazer gratas surpresas. E, contribui para que possamos estruturar o objetivo da presente pesquisa como a possibilidade de utilizar o estágio supervisionado para fomentar a reflexão de graduandos de licenciatura em física a respeito dos obstáculos sobre o estudo da disciplina por parte dos estudantes de escolas públicas do Oeste do Paraná. Nesse intuito, os licenciandos foram incentivados a desenvolver Sequências Didáticas (SD), com base na observação das dificuldades dos estudantes da escola pública durante as aulas de física observadas em seu estágio supervisionado. Como objetivos específicos espera-se que os licenciandos desenvolvam: a) constatação dos

obstáculos sobre os conteúdos de física; b) planejamento de SD que vise a superação dos obstáculos verificados; c) validação da SD em regência de aula para verificação da superação ou não dos obstáculos constatados.

Aporte teórico

O aporte teórico foi estruturado na concepção da Engenharia Didática (ED) de Michèle Artigue, originado na área da didática da matemática francesa da década de 1980, mediante os estudos desenvolvidos por Yves Chevallard e Guy Brousseau que colaboraram para construção das bases da ED. Posteriormente a ED foi aplicada em diversos estudos das áreas de ensino de física e ciências, como visto, para fins de ilustração, nos trabalhos de Berenguer (2010); Guimarães, Barlette e Guadagnini (2015); Gomes (2018), Lima e Ferreira (2020) e; Oliveira (2019). A lista é diversa e grande, e não temos a intenção no presente trabalho de realizar um levantamento do estado da arte sobre ED, mas, apenas, indicar sua aplicação na área de ensino de física sobre diversos contextos e conteúdos abordados.

Em sua elaboração, a ED foi concebida como uma analogia ao trabalho do engenheiro, que necessita resolver situações concretas, sobre as quais, nem sempre há uma solução teórica específica, ou, evidente, para solução. De fato, conforme Artigue (1988) a ED, é uma metodologia de investigação que possibilita articular a pesquisa e a práxis docente para o enfrentamento de problemas práticos sobre os quais não há teoria prévia para sua solução. Ressalta-se a proximidade com o que os licenciandos se deparam em seus estágios supervisionados, isto é, com situações de chão de sala de aula sobre as quais não há teoria prévia que contribua para uma compreensão, ou, solução, imediata. É nesse sentido de contribuição que a ED é caracterizada como: *“um esquema experimental baseado em ‘realizações didáticas’ em sala de aula, ou seja, na concepção, produção, observação e análise de sequências de ensino”* (ARTIGUE, 1988, p. 285-286, tradução livre). Seu diferencial é justamente, possibilitar uma validação interna ao confrontar análise a priori e análise a posteriori, ao invés de se pautar, apenas, por modelos comparativos de validação externa. O que implica, que a ED possibilita uma maior reflexão sobre os reais obstáculos dos estudantes na escola, durante seus estudos em sala de aula, e permite, ainda, aos professores construir Sequências Didáticas (SD) específicas à superação desses obstáculos. Como evidenciado no trabalho de Douady (1987), a ED

é um instrumento privilegiado para ter em conta a complexidade da aula, além de valorizar o professor como profissional capacitado de realizar a didatização adequada dos conteúdos curriculares.

Etapas da Engenharia Didática

De acordo com Artigue (1988), a construção de uma SD com base na ED, parte de quatro etapas específicas e não estanques, haja vista, que, durante a investigação o trabalho é retomado e aprofundado conforme sua construção. A etapa 1, trata das *análises prévias*; a etapa 2, concebe a *análise a priori* das situações didáticas; a etapa 3 trata da *experimentação* (aplicação da SD) e; a etapa 4 é responsável pela *análise a posteriori* e avaliação (validação da SD). Dada sua importância, detalhemos cada uma dessas etapas.

Na etapa das análises prévias, importa investigar inicialmente, como um projeto, o quadro teórico geral sobre o objeto de ensino, e os conhecimentos didáticos já adquiridos. Para tanto, Artigue (1988) especifica 3 elementos importantes para as análises prévias:

A análise epistemológica dos conteúdos visados pelo ensino; a análise das concepções dos alunos, das dificuldades e obstáculos que marcam o seu desenvolvimento; a análise do campo de condicionantes em que se localizará a efetiva realização didática e, claro, levando em consideração os objetivos específicos da pesquisa (ARTIGUE, 1986, p. 287-288).

O primeiro elemento é facilmente verificado pela análise do currículo escolar do próprio sistema de ensino da escola, ou, diretamente do cronograma do plano de aulas do professor, ou, ainda, do livro didático adotado pelo professor. Em qualquer caso, os conteúdos de ensino são premissa básica a serem constatados, e constituem uma “*dimensão epistemológica associada às características do conhecimento em causa*” (ARTIGUE, 1988, p. 289). O segundo elemento é averiguado por meio da aplicação de um teste diagnóstico que visa apontar as dificuldades dos estudantes diante do objeto cognoscente ensinado, a fim de propor superações aos obstáculos constatados para obtenção de melhores resultados. O que implica na “*dimensão cognitiva associada às características cognitivas do público a quem se destina o ensino*” (ARTIGUE, 1988, p. 289). Já, o terceiro elemento incorre na verificação das

condições concretas do chão de sala de aula e da escola, onde os estagiários iram atuar didaticamente, fatores que são dependentes e submissos aos sistemas públicos de ensino. Essa sujeição pode afetar a didatização do conhecimento pretendido, sendo articulada à “*dimensão didática associada às características de funcionamento do sistema educativo*” (ARTIGUE, 1988, p. 289).

A etapa de análise a priori relaciona, segundo a autora, as situações a-didáticas e didáticas observadas em sala de aula durante as análises prévias. Implica na escolha por parte do professor, em nosso caso, por parte dos estagiários, das variáveis relevantes observadas como obstáculos nas análises prévias em relação ao conteúdo estudado na sala de aula. Constituem-se, portanto, como hipóteses para confecção da SD a serem testadas para validação ou refutação na quarta etapa da ED. Conforme Artigue (1988), a análise a priori deve ser concebida como uma análise do controle do significado sobre a relação das situações a-didáticas e didáticas da sala de aula. Isso, porque, na origem da teoria das situações didáticas, que é o modelo da ED, intencionava-se pelo controle da relação entre significado e as situações didáticas. Dessa forma:

O objetivo da análise a priori é determinar como as escolhas feitas permitem controlar o comportamento dos alunos e seu significado. Para tal, assentará em hipóteses e são estas hipóteses cuja validação estará, em princípio, indiretamente em causa, no confronto efetuado na quarta etapa entre análise a priori e análise a posteriori (ARTIGUE, 1988, p. 294).

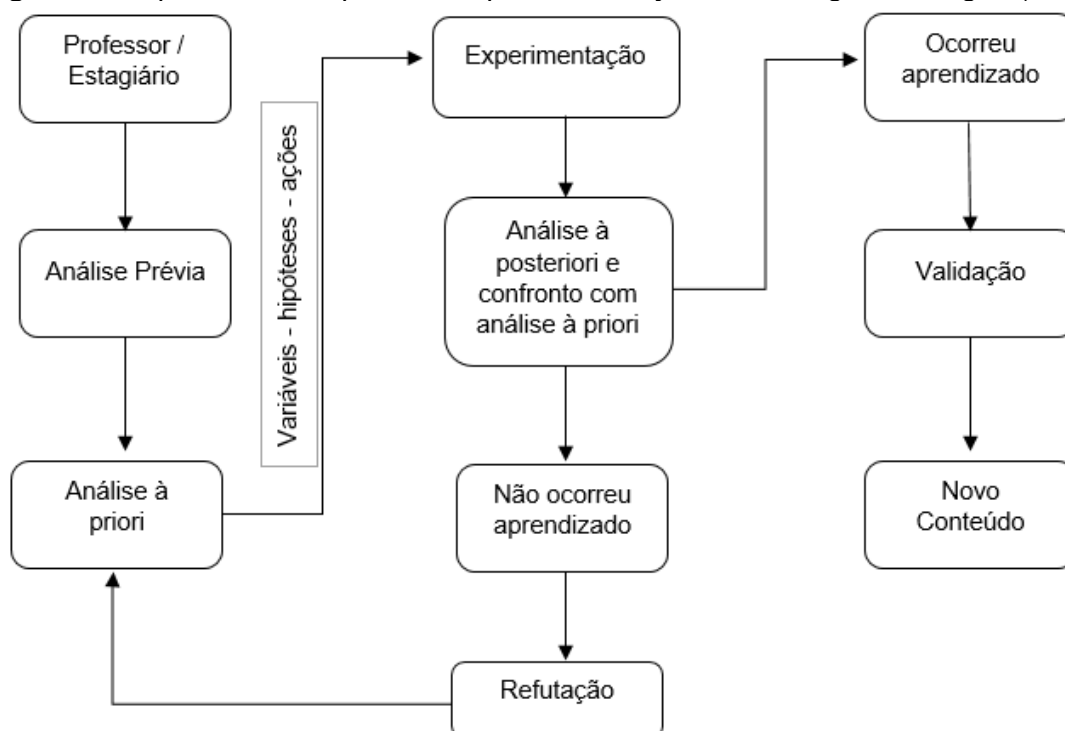
Para a autora, essa etapa relaciona as situações didáticas e a-didáticas, sendo essencial valorizar o papel do professor como um didata. O que, infelizmente, sabemos que acaba não ocorrendo, haja vista que os sistemas de ensino determinam os conteúdos e os momentos em que esses conteúdos devem ocorrer, ou não, na sala de aula. Conforme Artigue (1988):

Na teorização didática, o professor sempre ocupa um lugar marginal e que, por não poderem ser devidamente levados em conta, os fenômenos didáticos que o envolvem tendem a ser percebidos como ruídos em relação ao funcionamento cujo estudo é privilegiado: o de relação aluno/ambiente no que diz respeito ao conhecimento. Esta questão da relação entre as dimensões a-didática e didática, na teoria didática e na metodologia de engenharia, constitui um grande problema porque, de fato, envolve a validação da metodologia: se a análise a priori é principalmente a-didática, e se é um elemento essencial, parte dos processos relevantes escapa a esse registro (ARTIGUE, 1988, p. 296, grifos meus).

Nota-se a importância da valorização docente em relação a didatização das situações a-didáticas e didáticas, o que deve ser bem observado pelos estagiários, a fim de que não confundam essas relações como ruídos, mas como pertencentes a própria estrutura do funcionamento da sala de aula. O que implica maior sensibilidade por parte dos estagiários para notar os obstáculos presentes diante dos saberes estudados por parte dos discentes da escola.

A experimentação ocorre na etapa 3 da SD, e envolve a aplicação da SD elaborada com base na percepção dos obstáculos surgidos. Essencialmente, os estagiários, em sua regência de aula, introduzem os conceitos sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula, tendo em vistas as variáveis que se constituíram como obstáculos e procedem na aplicação didática que vise essa superação, retomando os conteúdos com vistas as dificuldades observadas.

Por fim, a quarta etapa consiste na análise a posteriori e avaliação, com fins de sua validação ou refutação. Portanto, a análise a posteriori é baseada nos dados colhidos durante todo o processo de construção da SD e sua aplicação durante a etapa de experimentação. Sua importância reside na comparação didática do processo desenvolvido, como afirma Artigue (1988, p. 297): “*é no confronto das duas análises: análise a priori e análise a posteriori que a validação das hipóteses engajadas na pesquisa se baseia essencialmente*”. Caso não haja superação dos obstáculos, volta-se à etapa 2. E, caso haja superação, valida-se a SD e parte-se para novos conteúdos. A figura 1 esquematiza as etapas da SD com base na ED.

Figura 1: Esquema das etapas da ED para elaboração de SD segundo Artigue (1988).

Fonte: o autor.

Encaminhamento metodológico

Os quatro estagiários, denominados de E₁, E₂, E₃ e E₄, matriculados na disciplina “Estágio Supervisionado de Docência em Física II”, da licenciatura em física da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, realizaram o estágio de 30 horas cada um, em escolas públicas estaduais do Oeste do Paraná, durante o segundo semestre de 2022.

E₁ realizou estágio no Colégio Estadual Frentino Sackser, localizado no município de Marechal Cândido Rondon (PR), o qual, no ano de 2020, adotou o modelo cívico militar, por escolha da comunidade escolar a partir de consulta pública e votação. Tal colégio atende do 6º ano do Ensino Fundamental (EF) com 365 alunos, até o 3º ano do Ensino Médio (EM) com 203 alunos, além de ofertar ensino profissionalizante na área de Técnico em Agronegócio, para as turmas do NEM integral. O colégio consta com 44 professores atuantes em sala de aula, 22 têm contratos de trabalho precarizados, por meio do chamado Processo Seletivo Simplificado (PSS), e 22 são concursados e integrantes do Quadro Próprio do Magistério (QPM). O estagiário E₁ observou aulas do 3º EM, junto a professora de física das turmas, a qual é contratada sob o regime PSS e formada em química. Os

conteúdos trabalhados com as turmas consistiam da eletrodinâmica: corrente elétrica, diferença de potencial, circuitos, e 1ª Lei de Ohm, a qual foi escolhida para regência, desenvolvimento das etapas da ED e aplicação da SD.

E₂ realizou estágio no Colégio Estadual Nestor Victor, localizado no município de Pérola (PR), o qual atende 586 alunos do EF, 481 alunos do EM, 102 alunos do curso técnico profissionalizante. Há um total de 63 docentes atuando nos regimes de PSS e alguns outros concursados. E₂ não obteve a quantidade de professores em ambos os regimes, embora, tenha verificado que a professora supervisora do estágio era concursada e formada em física, estando, inclusive, no último ano de atuação em sua carreira docente. O acompanhamento das aulas ocorreu nas séries de 1º ao 3º EM, tendo observado o ensino de conteúdos como leis de Newton, termoeletricidade, hidrostática, capacitores, óptica geométrica e eletrodinâmica. A escolha de E₂ para regência e aplicação da ED para elaboração da SD foi o conteúdo de eletrodinâmica: Leis de Ohm, para uma turma de 3º ano do EM.

E₃ realizou o estágio no Colégio Estadual de Iporã, situado no município de Iporã (PR), o qual oferta o EF II, o EM, a Educação de Jovens e Adultos (EJA), e o Ensino Médio Profissional (informática e administração), totalizando 30 turmas, 1008 alunos, 69 professores e 21 funcionários (secretária e serviços gerais). Dentre o quadro de professores, encontram-se professores efetivos e professores contratados via PSS. O professor de Física da escola, supervisor do estágio, é um professor efetivo e com larga experiência, vindo a lecionar em todas as turmas de física. As observações de aula ocorreram no 1º e 2º anos do EM, a respeito de conteúdos ministrados sobre cinemática, calorimetria e eletrostática, sendo a regência e desenvolvimento da ED para aplicação da SD escolhida por E₃, sobre o conteúdo de cinemática que trata do movimento retilíneo uniformemente variado.

E₄, por sua vez, estagiou no Colégio Estadual Santo Agostinho, situado no município de Palotina (PR), o qual atende estudantes do EF II, EM, Ensino Técnico Profissionalizante, e formação docente (magistério). A escola possui 22 turmas no EM, com um total de 586 alunos, 12 turmas no EF II, com 357 alunos e 14 turmas compõe as atividades complementares e o atendimento educacional especializado, com 190 alunos. O corpo docente é formado por 66 professores, sendo que os dois professores de física possuem licenciaturas plenas na área, um atuando como PSSC e outro concursado. As aulas observadas por E₄ perpassaram as três séries do EM, e incluíram o acompanhamento aos conteúdos ministrados em dinâmica,

termodinâmica e eletrodinâmica. Como opção para regência e desenvolvimento da ED para aplicação da SD, E₄ optou pela turma de 1º EM, desenvolvendo o conteúdo de força de atrito pertencente à dinâmica.

Desenvolvimento das etapas da Sequência Didática

Na etapa de *análises prévias*, os quatro estagiários procederam de forma a colher informações a respeito dos conteúdos curriculares trabalhados, conhecimentos prévios, concepções, dificuldades e compreensões acerca dos saberes físicos trabalhados em sala de aula por cada um dos professores supervisores do estágio supervisionado. Importa ressaltar que todos os conteúdos trabalhados pelos estagiários eram os mesmos desenvolvidos pelos professores na escola, o que facilita a ação dos estagiários, na medida em que não interrompem, nem fragmentam, o trabalho desenvolvido pelos professores. Também foi orientado aos estagiários que elaborassem, no máximo, de dois a três exercícios para o pré-teste, sendo suficientes para determinação das variáveis a serem analisadas.

E₁ realizou a primeira etapa da ED com 13 alunos do 3º EM. A dimensão epistemológica observada no currículo escolar e atuação docente estava relacionada ao desenvolvimento de conteúdos da eletrodinâmica. A dimensão cognitiva foi verificada por meio da aplicação de um teste diagnóstico, com duas questões sobre a 1ª lei de Ohm, retratadas abaixo:

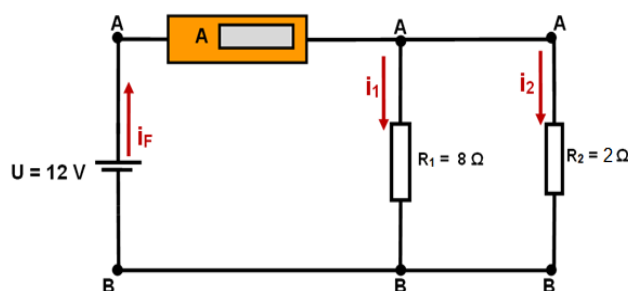
- 1 - Em um circuito elétrico em série estão conectados: 1 bateria de 12 V, 2 LEDs vermelhos de 1,6 V cada e com uma corrente máxima de 20 mA. Para que os LEDs funcionem com uma luminosidade máxima qual a resistência necessária? Caso o resistor seja de 400 Ohms, quantos resistores são necessários?
- 2 - Os valores nominais de uma lâmpada incandescente, usada em uma lanterna, são: 8,0 V; 20 mA. Qual a resistência elétrica do seu filamento?

O teste resultou, respectivamente, em cinco erros, e nove erros, especialmente por dificuldades quanto a conversão de unidades e cálculos algébricos.

A dimensão didática associada às características de funcionamento do sistema educativo, o estagiário constatou que, apenas 10 alunos participaram de toda atividade realizada, os demais não fizeram o teste, ou fizeram parcialmente, mas não terminaram e não entregaram. Nesse caso, considerou 10 participantes na atividade.

E₂ procedeu à 1ª etapa da ED em uma turma de 27 alunos do 3º EM. A dimensão epistemológica apontou para conteúdos de eletrodinâmica: aplicações da 1ª Lei de Ohm na leitura de circuitos elétricos, em série e paralelo, para determinação de variáveis como tensão (U), resistência elétrica (R) e corrente elétrica (i), contendo conversões de unidades. A dimensão cognitiva foi verificada por meio do teste diagnóstico com as seguintes questões:

1 - O circuito contém um amperímetro que mede a corrente elétrica que passa pelo fio em qual ele está instalado. A leitura do amperímetro após ligar o circuito será?



2 - Um circuito elétrico em série é submetido à tensão de 12 V, com duas resistências de valores 100 Ω e R, sendo percorrido por uma corrente elétrica de 50 mA. a) qual é a tensão sobre o resistor de resistência R? b) considerando que a tensão sobre o resistor R é de 5V, qual é a resistência desse resistor?

O primeiro exercício resultou em 12 erros. Segundo E₂, a quantidade de variáveis no problema intensificou sua dificuldade. No segundo exercício E₂ teve que converter o submúltiplo mA, caso contrário ninguém resolveria a questão. Feito isso, a taxa de sucesso foi de 18 acertos. Quanto à dimensão didática associada às características de funcionamento do sistema educativo, E₂ percebeu que a turma era dedicada e colaborativa, como afirma: *“De modo geral, há alguns alunos que possuem mais facilidade para a disciplina de física, e esses alunos ajudam seus colegas que pedem ajuda a eles”*. Tal constatação facilita o papel didático do professor.

E₃ realizou as análises prévias em uma turma de 1º EM, contendo 32 alunos, sendo a dimensão epistemológica tratando de cinemática, com o conteúdo de movimento retilíneo uniformemente variado. Para verificação da dimensão cognitiva aplicou-se um teste diagnóstico com as seguintes questões:

1 – Se um atleta parte do repouso e acelera uniformemente a 3 m/s², quanto tempo levará para atingir a velocidade de 9 m/s?

2 – Um veículo que trafega a de 2,5 m/s e com aceleração de 1,2 m/s² atingirá qual velocidade após 20 s?

E₃ ressalta que no dia de aplicação do teste diagnóstico chovia e, apenas 15 alunos compareceram à escola. Desses, apenas dois acertaram os dois exercícios, sendo constatado dificuldades elementares quanto à interpretação e aplicações algébricas. Em relação à dimensão didática associada às características de funcionamento do sistema educativo, E₃ aponta uma grande apatia e desinteresse geral, somado a ausência de pré-requisitos para cursar a disciplina de física, como domínio de operações matemáticas básicas, além da dificuldade de interpretação textual. Nesse aspecto E₃ comenta que *“foi notável as dificuldades dos estudantes em relação à interpretação dos problemas e a falta de conhecimento da matemática básica. A situação dos estudantes em relação à aprendizagem, me assustou”*.

E₄ procedeu às análises prévias em uma turma de 1º EM contendo 14 alunos, onde analisou a dimensão epistemológica tendo por base a abordagem do livro didático utilizado pelo professor da turma, sobre o estudo da dinâmica com o conteúdo de força de atrito. Na dimensão cognitiva elaborou três questões sobre o conteúdo:

1 - Um bloco é empurrado sobre uma mesa por uma força $F = 40 \text{ N}$. Se o bloco tem massa igual a 4 kg e o coeficiente de atrito entre a mesa e o bloco é $\mu = 0,4$, qual a força de atrito exercida sobre o bloco?

2 - Um copo de plástico de massa 3,2 g está sobre uma mesa e vazio. São adicionados 100 ml de água ao copo. Se o coeficiente de atrito entre a mesa e o copo é $\mu = 0,5$, qual a força de atrito que atua sobre o copo antes e depois de adicionar a água?

3 - Qual a menor força necessária para manter um objeto de massa 2 kg suspenso verticalmente contra uma parede onde $\mu = 0,3$?

A taxa de acerto nas três questões foi baixa, sendo de quatro acertos na primeira questão, dois na segunda, e zero na terceira. As variáveis observadas nessa etapa demonstram haver dificuldades quanto a operacionalização de cálculos básicos de matemática, e deficiência e/ou ausência de pré-requisitos, como afirma E₄: *“grande parte do tempo dedicado a correção dos exercícios foi concentrado na retomada das técnicas de conversão de unidades”*.

Em relação à dimensão didática associada às características de funcionamento do sistema educativo, E₄ verifica que *“os alunos não só estão atrasados com relação ao conteúdo delimitado para o ano letivo, como também não*

tem domínio dos conteúdos anteriores necessários para o avanço dos estudos ao longo do ensino médio”.

Uma vez levantadas as variáveis para a 2ª etapa da ED, os estagiários procederam a elaboração de hipóteses para elaboração da SD a ser aplicada com os estudantes do EM na 3ª etapa, a experimentação. Assim, na etapa da análise à priori E₁ decidiu proceder a apresentação de um experimento com arduino em kits contendo resistores, bateria, leds, protboar e conectores para uma prática experimental em grupo. O resultado demonstrou-se um fracasso, dado que nenhum aluno conseguiu sequer montar o circuito com os kits. E₂, por sua vez, decidiu elaborar sua SD com base nas dificuldades observadas na 2ª etapa, para tanto, procedeu a uma regência de aula baseada em unidades fundamentais, seus múltiplos, submúltiplos e respectivas conversões. Tal hipótese foi seguida pelos estagiários E₃ e E₄, os quais acrescentaram, em suas respectivas SD, técnicas de interpretação de problemas com coleta e análise de dados; técnicas de resolução de equações algébricas, ressaltando que as ideias elementares de álgebra dependem dos fundamentos das propriedades comutativa, distributiva e associativa. Ressalta-se que, as hipóteses levantadas pelos estagiários E₂ a E₄, foram mais condizentes com a realidade observada na etapa 2.

A etapa 4, análise a posteriori, será discriminada na próxima seção, uma vez que se constitui na fase de resultados para validação ou refutação da SD proposta pelos estagiários durante a aplicação da ED.

Resultados e Discussão

Aplicadas as SD em suas aulas de regência, os estagiários procederam à análise à posteriori, confrontando os resultados obtidos com a análise à priori.

E₁ constatou que não houve aprendizado, o que levou à refutação da SD desenvolvida, conduzindo-o de volta à análise à priori para constatação das variáveis, e reelaboração das hipóteses para nova aplicação da SD. A escolha de E₁ por uma aplicação experimental na etapa 3 da ED não condizia com as observações realizadas nas duas primeiras etapas. Tal opção incorre naquilo que se denomina como equívoco epistemológico, como alertava Gaspar (2004, p. 74): *“a crença de que a experimentação levaria à compreensão ou até mesmo à redescoberta de leis científicas”*. É sabido pela área de Ensino de Física que os conceitos físicos já têm em sua estrutura uma concepção abstrata e estruturada por modelos matemáticos. E,

mesmo as atividades mais práticas “*têm em sua estrutura saberes incorporados ao longo de um trabalho intelectual*” (RICARDO, 2010, p. 614), afinal, a matemática é estruturante do conhecimento físico (PIETROCOLA, 2002). Assim, a citada crença da experimentação como elemento salvacionista em relação ao aprendizado de física não se constata em observações mais cuidadosas. E, embora, tal crença esteja incrustada em modas pedagógicas construtivistas, ela não passa de pirotecnia pedagógica, e não se constata sob um olhar mais apurado. Tanto que a afirmação de E₁ prova esse equívoco: “*sem a ajuda do professor os alunos não teriam conseguido realizar a montagem e a interpretação dos fenômenos que ocorrem no experimento*”. Nesse aspecto, a etapa de experimentação da ED acabou se tornando uma demonstração experimental para os estudantes, os quais, por não terem superado seus obstáculos cognitivos, não compreenderam os conceitos relativos ao estudo de circuitos elétricos mediante aplicações da 1ª lei de Ohm. Consecutivamente, seria impossível a eles, compreenderem qualquer aplicação experimental devido a não superação de suas dificuldades sobre a teoria estudada. Nesse caso, E₁ foi instruído a proceder de acordo com as observações verificadas nas primeiras etapas da ED, com isso, reelaborou suas hipóteses e elaborou nova SD para etapa de experimentação, agora, contendo explicações sobre relações direta e inversamente proporcionais, cálculos algébricos na equação da 1ª lei de Ohm e transformação de unidades. Nessa nova proposta, constatou um aumento significativo de sucesso quanto à superação dos obstáculos cognitivos dos alunos, alcançando uma taxa de acertos superior a 72%. Assim, houve a validação da SD e os alunos podem avançar para novos aprendizados.

Em relação a E₂, a análise à posteriori e seu confronto com a análise à priori, validaram a ED desenvolvida, uma vez que se procedeu a adequada observação das variáveis quanto aos obstáculos constatados, os quais se resumiam à adequada transformação de unidades. Trabalhando a conversão de unidades com múltiplos e submúltiplos os alunos puderam compreender melhor as aplicações da 1ª Lei de Ohm em circuitos elétricos. Entretanto, E₂ ainda constatou a permanência de alguns obstáculos quanto à coleta de dados presentes em exercícios com muitas variáveis. O que levou a sua reflexão para futuras intervenções, haja vista que não poderia proceder a nova aplicação devido ao seu tempo de estágio ter encerrado. Interessante notar que ao aplicar o teste diagnóstico, como descrito anteriormente, E₂ havia constatado que a quantidade de muitas variáveis no exercício havia intensificado a

dificuldade dos alunos quanto à coleta e tratamento de dados para encaminhamento de uma adequada solução. Mas, acabou passando despercebido no momento da realização da 3ª etapa da ED, o que serve para demonstrar aos estagiários a complexidade e o cuidado com a didatização do conhecimento por parte dos professores. Importa dizer que E₂ compreendeu essa complexidade ao constatar que poderia ter melhorado a etapa de experimentação e, tal aprendizado, contribuirá para sua futura ação docente. Nesse intuito, o estágio supervisionado se demonstrou como importante etapa para formação docente ao permitir essas reflexões. Apesar desse lapso em tratar a coleta e análise de dados, E₂ conseguiu a validação da SD e os estudantes puderam proceder aos estudos de novos conteúdos da eletrodinâmica, agora com uma compreensão mais sólida sobre as aplicações da 1ª lei de Ohm em circuitos elétricos.

E₃, ao confrontar a 4ª e a 2ª etapa da ED, pode constatar a superação dos obstáculos cognitivos dos estudantes de 1º EM, quanto a interpretação, coleta e análise de dados, transformações de unidades e resolução de equações algébricas. Haja vista ter executado a 3ª etapa da ED com base nessas dificuldades constatadas em sala de aula, E₃ conseguiu com que os estudantes voltassem a resolver os mesmos exercícios propostos anteriormente, com taxas de sucesso próximas a 78%. Com isso teve a validação da SD desenvolvida, possibilitando que os estudantes não só compreendam melhor os conteúdos da cinemática escalar, mas possam avançar nos estudos da física com mais solidez. Vale ressaltar, que o 1º EM é composto por estudantes que estão entrando em contato com a disciplina de física pela primeira vez, e os conteúdos de cinemática exigem, além de abstrações conceituais, pré-requisitos essenciais como aptidões em cálculos algébricos e conhecimento de funções afim e quadrática, além de conversões entre funções, equações e gráficos. E, em geral, esses estudantes não tiveram acesso a esse conhecimento no EF, o que dificulta a ação didática do professor de física, que, muitas vezes, tem que lidar com a ausência desses pré-requisitos básicos ao desenvolvimento do estudo da disciplina.

E₄, por sua vez, procedeu da mesma forma que E₃, ao inserir na etapa de experimentação, o tratamento de problemas com muitas variáveis, as conversões de unidades em múltiplos e submúltiplos, a coleta e análise adequada sobre os dados presentes nos exercícios, além de contribuir em sua regência na exposição do tratamento de grandezas direta e inversamente proporcionais. Com isso, ao contrastar

a etapa 4 com a 2, verificou que muitos dos obstáculos observados foram superados por grande parcela dos estudantes, obtendo uma taxa de sucesso superior a 80%.

Nesse aspecto, E₄ teve sua SD validada na medida em que possibilitou superar as dúvidas dos alunos do 1º EM com relação a natureza conceitual e aplicação da força de atrito, possibilitando a compreensão e análise de forças em outros contextos da dinâmica e futuros conteúdos de física que exijam a aplicação de forças.

Cabe aqui as mesmas observações sobre os alunos de 1º EM, tecidas sobre a turma escolhida por E₃, uma vez que, a ausência de pré-requisitos básicos influencia em relação ao aumento das dificuldades de compreensão sobre os estudos da física. Tais obstáculos vão influenciar a dimensão didática dos professores de física ao longo de todo EM, haja vista estar associada às características de funcionamento do sistema educativo. Isso, devido ao fato de que esse sistema educacional não foi competente o suficiente para conseguir consolidar nos estudantes do EF, os saberes matemáticos e de interpretação de textos, mínimos e necessários para acompanhar os conhecimentos físicos que serão desenvolvidos em sala de aula até o final do EM.

Considerações finais

No presente trabalho foi analisado o potencial didático da Engenharia Didática de Artigue (1988), para elaboração de Sequências Didáticas que cumprem etapas específicas com objetivo de verificação e análise de dificuldades e obstáculos cognitivos dos estudantes do Ensino Médio sobre os estudos da física, a fim de que seja possível criar hipóteses de superação e planejamento de aulas que contribuam para facilitar a compreensão do conhecimento físico desenvolvido em sala de aula.

A proposta de aplicação da ED ocorreu durante a realização do estágio supervisionado de quatro graduandos de licenciatura em física da UFPR, em escolas do Oeste do Paraná. Estes estagiários desenvolveram e aplicaram as quatro etapas da ED, consolidando regências de aula contemplando a aplicação de SD específica sobre a realidade observada de forma a contribuir para superação dos obstáculos cognitivos dos alunos de EM. Nesse contexto, os estagiários E₁ e E₂ estagiaram em aulas de 3º EM, e buscaram elaborar as etapas de ED com vistas ao ensino de eletrodinâmica com o conteúdo de 1ª lei de Ohm aplicada a circuitos elétricos. Enquanto os estagiários E₃ e E₄ atuaram com alunos do 1º EM, desenvolvendo em

seus estágios, respectivamente, os conteúdos de movimento retilíneo uniforme presente na cinemática escalar, e força de atrito constante dos estudos da dinâmica.

Ressalta-se que no presente estudo os estagiários não puderam acompanhar aulas de 2º EM, dado que a maioria das escolas públicas do Oeste do Paraná já terem implantado, ou estarem em vias de implementar, o Novo Ensino Médio (NEM), onde a disciplina de física foi extinta do currículo escolar para essa série. Como visto na introdução do presente trabalho, as reformas educacionais em andamento no Brasil constituem um pacote privatista, minimalista, pragmático e utilitarista (OSTERMANN; REZENDE, 2021). O risco desse pacote no tocante à extinção da disciplina de física para todos os estudantes das escolas públicas do país é real. Risco esse evidenciado por Selles e Oliveira (2022) a respeito da disciplina de biologia, mas que vale para todas as demais disciplinas do EM, haja vista que a Lei nº 13415/2017 que instituiu o NEM é clara em seu artigo 35-A, § 3º: “*O ensino da língua portuguesa e da matemática será obrigatório nos três anos do ensino médio*”. Portanto, segundo o NEM, apenas português e matemática são disciplinas obrigatórias no EM. E, caso o pacote citado não seja revogado após as atuais consultas públicas, mencionadas na introdução, o risco de um retrocesso enorme é evidente, e levará a estratificação da precarização educacional e aumento incomensurável das desigualdades escolares e sociais entre os estudantes, filhos e filhas da classe trabalhadora, e aqueles mais privilegiados socialmente que terão o privilégio de pagar para ter acesso a todo conhecimento escolar que evoque a plena emancipação e desenvolvimento cognitivo.

Nessa perspectiva, os estágios ocorreram em salas de aula de 1º e 3º EM. Os resultados da aplicação das etapas da ED se mostraram satisfatórios em relação ao que se pretendeu com a teoria: a percepção dos obstáculos cognitivos e proposições de superação em SD específicas. Como visto, o estagiário E₁, teve sua SD refutada inicialmente, haja vista, não ter seguido as orientações quanto a observação da concretude dos obstáculos dos alunos do EM constatadas na etapa 2 desenvolvida, que se resumia ao déficit de conhecimentos básicos de matemática do EF. Pelo contrário, planejou a etapa 3 da SD com vistas ao equívoco epistemológico da experimentação como salvacionista ao ensino e aprendizagem da física. O resultado obtido nessa empreitada foi o de fracasso total, uma vez que os alunos não conseguiram sequer montar os kits de experimento, muito menos tiveram sanadas as dúvidas sobre a 1ª lei de Ohm. O que levou E₁, a repensar as hipóteses para elaboração de nova SD que contemplasse, conforme prega a teoria artigueana, os

reais obstáculos apresentados pelos alunos. Feito essa reorientação, conseguiu validar sua SD haja vista ter contribuído para superação dos estudantes quanto à compreensão e aplicação da 1ª lei de Ohm sobre circuitos elétricos. Os demais estagiários tiveram suas SD validadas na primeira elaboração da ED, isso porque compreenderam que deveriam atuar diretamente sobre a concretude das dificuldades e dúvidas constatadas por eles durante a etapa 2ª etapa da ED.

Em todos os casos, os estagiários puderam refletir sobre os reais problemas do chão de sala de aula e contribuir para que estudantes de física do EM pudessem superar seus obstáculos, o que, decerto, ajudou-os a prosseguirem nos demais conteúdos de física sobre cada um dos temas desenvolvidos nas SD aplicadas.

No tocante à formação inicial de professores, vale refletir sobre a relação e distinção entre a teoria das aulas da graduação, e a realidade prática observada diretamente nas salas de aula de escolas públicas em busca de caminhos didáticos. Parafraseando a letra da música *Alucinação* de Belchior, os graduandos puderam constatar que há mais coisas entre a alucinação de suportar o dia a dia da escola, e o delírio da experiência com a concretude das coisas reais do chão de sala de aula.

Por fim, novas investigações podem ampliar a aplicação da ED sobre os demais conteúdos da física escolar a fim de buscar um arcabouço maior de dados sobre sua viabilidade na *praxis* docente e seu sucesso na superação dos obstáculos cognitivos dos alunos em seus estudos sobre a física escolar.

Referências

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. v. 9, n.3, p. 281-308, 1988.

BACHELARD, G. **La Formation de l'esprit scientifique**. Paris: éd. Vrin, 1938.

BERENGUER, M. I. S. A aplicação da Engenharia Didática no Ensino das Ciências Exatas. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, 2002.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), 2019.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada, 2015.

CHARLOT, Bernard. O professor na sociedade contemporânea: um trabalhador da contradição. **Revista da FAEEBA- Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v.17, n. 30, p.17-31, 2008.

CONTRERAS, José. **La autonomia del profesorado**. Madri: Morata, 1997.

DOUADY R. L'ingénierie didactique un instrument privilégié pour une prise en compte de la complexité de la classe. In: **Actes du Congrès PME XI**, pp. 222-228. Montréal, 1987.

ENKVIST, I. **A Boa e a Má Educação: Exemplos Internacionais**. Campinas: Kírion, 2020.

FREITAS, L. C. Os Reformadores Empresariais da Educação: da Desmoralização do Magistério à Destruição do Sistema Público de Educação. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 33, n. 119, p. 379-404, 2012.

FREITAS, S. A.; SERRANO, A. Use of different external mediating mechanisms of the Bohr atom model: Evidence of Meaningful Learning through verbal-gestural analysis in elementary school students. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 4, p. 133-148, 2019.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade recolocar o professor no centro do processo educacional. **Revista Educação**, ano 13, n. 21, p. 71-91, 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/enas/Gaspar.pdf>. Acesso em junho de 2023.

GOMES, S. L. R. P. Engenharia didática: uma alternativa no ensino de física contemporânea. **Dissertação** (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, TO, 2018.

GRIEBELER, A. Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2012. 135 f. **Dissertação** (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GUIMARÃES, R. S.; BARLETTE, V. E.; GUADAGNINI, P. H. A engenharia didática da construção e validação de sequências de ensino: um panorama com foco no ensino de ciências. **Revista Polyphonia**, Goiânia, v. 26, n. 1, p. 211–226, 2015.

LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. (org.). **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências**: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores. Uberlândia: Edibrás, 2018.

LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n. 1, p. 1-12, 2020.

LIMA, M. S. L.; PIMENTA, S. G. Estágio e docência: diferentes concepções. **Póiesis Pedagógica**, Catalão, Goiás, 3(3 e 4), 5-24, 2006.

Martins, A. F. Estágio supervisionado em física: o pulso ainda pulsa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 2009.

OLIVEIRA, N. Premissas da Engenharia Didática como viés metodológico para uma abordagem de ensino entre Astronomia e Física. **Dissertação** de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE, 2019.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNC-Formação: um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1381–1387. 2021.

PIETROCOLA, M. A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v.19, n.1, p.89-109, 2002.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

PUGLIESE, Renato Marcon. O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 4, 2017.

REZENDE, Flávia; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 22, n. 3, 2005.

RICARDO, E. C. Discussão acerca do ensino por competências: problemas e alternativas. **Cadernos de Pesquisa**, v.40, n.140, 2010.

SELLES, S. L. E.; OLIVEIRA, A. C. P. Ameaças à Disciplina Escolar Biologia no “Novo” Ensino Médio (NEM): Atravessamentos Entre BNCC e BNC-Formação. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 22, n. 1, p. 1–34, 2022.

SOUSA, E. V. Objetos de Aprendizagem no Ensino de Matemática e Física: uma proposta interdisciplinar. **Dissertação de Mestrado**, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2010.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.