

O META-ENSINO COMO ESTRATÉGIA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENCI

José Henrique Piãotquewicz¹, Ivanilda Higa²

¹ UFPR/PPGE/GEPCEd-CN, bolsista PROEX/CAPEs, jose.henrique@ufpr.br

² UFPR/DTPEN/PPGE/GEPCEd-CN, ivanilda@ufpr.br

INTRODUÇÃO

O produto educacional aqui apresentado categoriza-se como uma sequência de ensino pautada nos pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) com finalidade de implementação no âmbito do Ensino Superior. Tal proposta foi elaborada e desenvolvida em sala de aula como parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, e articula-se de tal forma que o objetivo central não ancora-se no ensino de um tópico de alguma ciência de referência (no presente caso, Física), mas sim numa forma contextualizada de ensino de fundamentos do próprio EnCI a partir da vivência de uma atividade investigativa por parte dos professores em formação..

Com tal delineamento, a proposta fomenta discussões e reflexões a respeito da forma que diferentes abordagens e metodologias de ensino são contempladas nos anos de graduação, podendo assim encontrar um substrato fértil de implementação em disciplinas que compõem o núcleo pedagógico de cursos de licenciatura, a destacar as disciplinas de metodologias, práticas e instrumentações para o ensino. Nosso argumento para a pertinência de tal estratégia de formação ampara-se no ideal de um professorado que seja formado para além de uma educação tradicional¹, pautando-se em uma experiência daquilo que almeja-se que seja por ele implementado quando estiver frente ao chão de sala de aula, pois concordamos que

Isso obriga que as propostas de renovação sejam também vividas, vistas em ação: somente assim torna-se possível que estas propostas tenham efetividade e que os futuros professores (ou aqueles que estão já em exercício) rompam com a visão unilateral da docência recebida até o momento. (Carvalho, Gil-Pérez; 2011, p. 41)

Uma forma de definir o que aqui propomos é um meta-ensino do EnCI aos licenciandos, ou seja, utilizar de uma atividade conceituada a partir do EnCI para o ensino de pressupostos teóricos do EnCI de forma localizada e contextualizada. Com isso, hipotetiza-se uma apreensão fundamentalmente mais significativa dos elementos da abordagem para além dos seus conceitos básicos; apreensão essa necessária para fomentar a sua efetiva implementação nos anos futuros de prática profissional. Com tal estratégia, espera-se superar a dificuldade apontada por Carvalho (2018, p. 789):

¹ “O ensino tradicional é essencialmente verbalista, mecânico, mnemônico e de reprodução do conteúdo transmitido via professor, aulas expositivas ou via livro-texto. Esse tipo de abordagem baseia-se, segundo Paulo Freire, na tipologia da “educação bancária”, ou seja, uma forma de ensino que se caracteriza por “depositar” no aluno conhecimentos, informações, dados, fatos etc.” (DINIZ-PEREIRA, 2000, p. 123).

[...] a maioria dos professores do nível médio, não podendo alcançar os dois conceitos básicos do ensino por investigação – organização de problemas e liberdade intelectual para os alunos – têm grande dificuldade de trabalhar com as sequências de ensino investigativo, mesmo que sejam eles os próprios autores das sequências.

Assim sendo, a atividade em questão consiste em colocar os licenciandos frente a duas propostas experimentais com pressupostos opostos, sendo uma delas uma atividade roteirizada com baixo grau de liberdade intelectual (Carvalho, 2018) e outra pautada nos pressupostos do EnCI, configurando-se como uma atividade experimental investigativa.

Enquanto a primeira atividade equivale a uma atividade de grau 2 dentro do espectro de atividades experimentais investigativas (Carvalho, 2018), a outra, uma adaptação do trabalho de Berto et al. (2023), constitui-se como uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) pautada na seguinte problematização: "como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?". Nesta segunda atividade, propõe-se um desenvolvimento experimental, no qual os alunos serão responsáveis pelo diagnóstico do problema, elaboração e execução de um plano de trabalho, levantamento de hipóteses e discussão, de forma que a conclusão será colaborativa, envolvendo a turma como um todo e buscando atingir o que seria correspondente a uma atividade com grau de liberdade intelectual 4. A sequência não tem como objetivo fundante ensinar Física sob a perspectiva do Ensino por Investigação, mas sim apresentar a abordagem de forma palpável para os alunos. Na verdade, a SEI será utilizada como um ponto de partida para as discussões posteriores relacionadas aos diferentes domínios contemplados pelo Ensino por Investigação: cognitiva, social, epistêmica e material (Duschl e Grandy, 2007; Sasseron, 2015; 2021), refletindo sobre os papéis e procedimentos adotados por professor e alunos. Ou seja, o desenvolvimento da presente intervenção tem como objetivo o ensino de características do Ensino por Investigação, mais especificamente, para o caso da utilização de atividades experimentais investigativas. Os momentos de aprendizagem serão desenvolvidos ao longo de três encontros, cada um com 4 horas-aula de duração, organizado em momentos.

A SEQUÊNCIA DE ENSINO

Objetivos de ensino:

- Possibilitar aos licenciandos vivenciarem uma sequência de ensino contendo atividades experimentais investigativas (AEI);
- Apresentar e discutir elementos do ensino por investigação que compõem uma atividade experimental investigativa, com base na discussão sobre aspectos evidenciados na sequência desenvolvida.

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar as diferenças nos papéis dos alunos e professor em atividades experimentais diretivas, e na experimentação sob os princípios do ensino de ciências por investigação;
- Avaliar a forma como o ensino de ciências sob abordagens investigativas possibilita ao aluno aprender aspectos de ciência enquanto uma atitude humana não encerrada em si mesma, em comparação com o ensino de ciências pautado numa aprendizagem tradicional;
- Compreender como a postura e intencionalidade do professor atuam na promoção de um ambiente de ensino propenso ao ensino por investigação, diferenciando pontos que podem contribuir ou prejudicar o processo de ensino-aprendizagem.

Desenvolvimento:

Para o desenvolvimento da proposta, são necessários os seguintes recursos didáticos: Giz; Quadro; Materiais para anotação (caneta, papel, lápis etc.); Kits experimentais - atividade diretiva e investigativa; Gerador de Van de Graaff.

Encontro 1:

Momento 1.1: *Atividade Diretiva: experimento roteirizado².*

Tempo previsto: 30min.

Neste primeiro momento, os alunos serão separados em trios, e a cada um deles será entregue um roteiro experimental, contendo os passos necessários para a montagem de um eletroscópio de folhas. Para isso, os alunos receberão os kits experimentais com os materiais necessários e instruções de montagem e verificação do funcionamento do aparato. Após a realização, os alunos deverão realizar um breve relatório contendo os passos realizados, resultados obtidos, e sua percepção a respeito da atividade feita. Isso servirá como um contraste para a sequência a ser desenvolvida a seguir.

Momento 1.2: *Atividade Investigativa: Proposição do problema.*

Tempo previsto: 15min.

Os alunos reunidos em grupos de três integrantes serão confrontados com a situação problema: "como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?" ao mesmo momento em que serão orientados em relação às condições do experimento. O professor deve ter cautela para que a questão seja bem compreendida por todos os grupos, sanando eventuais dúvidas em relação ao procedimento, sem

² Os materiais constituintes dos kits experimentais - atividade diretiva e investigativa, assim como um exemplo de roteiro da atividade diretiva, podem ser encontrados no apêndice da dissertação de mestrado do primeiro autor, disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/96982>.

que indique um caminho metodológico a ser seguido. Feito isso, serão entregues aos grupos os kits experimentais para a resolução do problema posto.

Momento 1.3: *Atividade Investigativa: Familiarização com os materiais.*

Tempo previsto: 30min.

Nesta etapa, após entregue os kits experimentais aos alunos, ocorrerá a manipulação dos materiais por parte dos alunos. Uma vez que cada kit contém materiais suficientes para a resolução do problema de diferentes formas, esta etapa é fundamental para o estabelecimento de um plano de trabalho pelo grupo. Será solicitado aos alunos que previamente à tentativa de resolução seja feito o levantamento de hipóteses dos integrantes do grupo e desenvolvimento de um plano para a solução do problema, registrando essas informações no formato de um diário do experimento. É interessante que neste diário constem divergências entre hipóteses e diferentes proposições para a solução da questão, além de o caso de múltiplas tentativas, resultados observados, sejam eles satisfatórios ou não, etc. O objetivo desta etapa consiste em enfatizar a ciência enquanto atividade social e colaborativa, na forma como ela é desenvolvida e discutida.

Momento 1.4: *Atividade Investigativa: Desenvolvimento experimental.*

Tempo previsto: 1h 45min.

Após a elaboração de um plano de trabalho, os alunos passarão para a etapa de desenvolvimento dos passos estabelecidos e tentativa de resolução do problema. Ao longo dessa etapa, os professores estarão circulando entre os grupos, fomentando e incentivando discussões, no entanto, sem fornecer respostas ou dicas para a resolução da questão posta. Tendo em mente os materiais contidos no kit experimental, espera-se que alguns grupos busquem soluções intuitivas, no entanto, infrutíferas. O objetivo desta etapa é evidenciar o caráter epistemológico da ciência, a avaliação dos seus resultados, a sua não-linearidade metodológica, e a necessidade de adaptação frente a resultados diferentes dos previstos.

Momento 1.5: *Atividade Investigativa: Síntese dos resultados.*

Tempo previsto: 20min.

Neste momento, os alunos registrarão em seus diários qual o percurso metodológico resultou na resolução do problema, bem como suas hipóteses para a explicação do fenômeno observado. Tal registro deve ser feito com base no diálogo e convergência dos membros do grupo para uma resposta que julguem correta, evidenciando elementos dos domínios cognitivo e social.

Encontro 2:

Momento 2.1: *Atividade Investigativa: Otimização dos resultados.*

Tempo previsto: 50min.

Esta etapa consiste no rearranjo dos grupos, de forma a misturar os integrantes dos grupos até então formados. Aos grupos será posto um novo desafio: "de que forma podemos otimizar o

experimento para conseguirmos o resultado desejado da forma mais eficiente possível, talvez conseguindo uma rotação maior?". Além disso, serão removidos alguns dos materiais do kit experimental nos quais os alunos se apoiaram fortemente para a resolução da primeira etapa, mas que não necessariamente renderiam resultados relacionados com o tópico da sequência. Com este questionamento e novas circunstâncias, espera-se que os grupos discutam sobre os procedimentos que utilizaram na primeira etapa experimental da atividade, explicando aos pares suas escolhas e resultados, e, juntos, elaborem um novo plano para potencializar o efeito do experimento, contribuindo tanto para o domínio social, quanto epistêmico da prática investigativa. Novamente, nesta etapa os professores estarão circulando pelos grupos, ouvindo e dialogando com os alunos, elaborando questões auxiliares que possam amparar os estudantes, porém sem indicar o caminho para o objetivo.

Momento 2.2: *Discussão dos resultados.*

Tempo previsto: 20min.

Os grupos serão convidados a expor e explicar aos colegas os planos de trabalho utilizados, as alterações feitas e mudanças observadas em decorrência de tais alterações para a resolução do problema levantado. Serão encorajados a explicitar procedimentos e etapas infrutíferas, como discutiram e o que fizeram para que pudessem contornar a situação e responder aos desafios propostos, além de demonstrar aos colegas a montagem experimental e métodos utilizados. Deve-se enfatizar a importância das discussões tidas entre grupos após a união das equipes, uma vez que isso revela um caráter importante da epistemologia da ciência, e como os procedimentos e modelos mentais sofreram alterações para a otimização do experimento na segunda etapa da atividade.

Momento 2.3: *Formalização do conhecimento.*

Tempo previsto: 30min.

Os professores discutem junto com os alunos sobre os elementos do experimento, e, opcionalmente, pode-se demonstrar a forma mais simples de execução experimental. Isso pode servir como ponto inicial para comparação das elaborações dos alunos e discussão sobre as modificações e otimizações feitas. Após isso, questiona-se os alunos sobre as hipóteses levantadas, aproveitando-se das observações feitas por eles para a introdução e elaboração dos conceitos de cargas elétricas, corpos neutros e carregados, e forças resultantes da interação entre cargas.

Momento 2.4: *Discussão: o que é investigação?*

Tempo previsto: 30min.

Este momento é caracterizado pelo início de uma discussão entre professores e alunos, utilizando o contraste de algumas características observadas nas atividades realizadas para enunciar alguns

dos conceitos inerentes ao Ensino por Investigação. Tanto quanto possível, os professores devem evitar utilizar terminologias como "investigação", "investigativo" ou similares, balizando os argumentos trazidos pelos próprios alunos para que eles alcancem tais termos organicamente. Com o intuito de facilitar a exposição de tais distinções, pode-se utilizar o quadro como recurso de anotação das características de cada uma das atividades. Os principais objetivos deste momento são a identificação da intencionalidade e postura do professor como elementos fundamentais do Ensino por Investigação, bem como a liberdade garantida ao aluno e a valorização do erro no processo de ensino investigativo.

Momento 2.5: *Elaboração teórica do Ensino por Investigação.*

Tempo previsto: 1h 00min.

A partir dos conceitos construídos juntamente com os alunos, parte-se então para o enunciado e definição de alguns aspectos fundamentais do Ensino por Investigação, conceituando historicamente a abordagem e, mais especificamente, as contribuições brasileiras para o seu desenvolvimento, além de pontos de convergência entre a literatura nacional e internacional. Esta etapa é seguida pelo compartilhamento com os alunos de materiais utilizados como referencial teórico para a abordagem, a exemplo dos trabalhos de Carvalho (2013, 2010, 2018) e Duschl e Grandy (2007).

Momento 2.6: *Orientações - Elaboração de uma Sequência de AEI.*

Tempo previsto: 10min.

O encerramento do segundo encontro se dá com a sistematização de conhecimentos construídos pelos alunos acerca dos elementos fundantes do Ensino por Investigação por meio da proposta de reestruturação de uma sequência de ensino diretiva e tradicional, transformando-a em uma sequência de atividades experimentais investigativas. Esta é uma atividade para desenvolvimento pelos licenciandos fora da sala de aula, assim sugere-se um prazo de entrega de duas semanas. Sugere-se aos alunos que busquem, em apostilas de física experimental antigas (podendo ser, inclusive, da sua própria época escolar), livros didáticos ou periódicos, atividades experimentais que possuam um caráter roteirizado/diretivo, com pouca liberdade intelectual oferecida aos alunos. Seu trabalho é construir e, em um momento posterior, apresentar aos colegas uma nova atividade/sequência que almeje objetivos mais amplos, em torno da mesma área temática (conteúdo), porém com viés investigativo, evidenciando os principais elementos da atividade que foram alterados para cumprir tal objetivo. Caso os discentes não encontrem roteiros de atividades experimentais diretivas, os professores poderão fornecê-los aos alunos.

Encontro 3:

Momento 3.1: *Apresentação das sequências elaboradas.*

Tempo previsto: 3h 20min.

Como encerramento da sequência de ensino os alunos apresentarão as sequências de ensino elaboradas durante o período designado, contextualizando sua sequência a partir da proposta original que serviu de inspiração, destacando seus elementos tradicionais, quais foram as escolhas feitas para a sua reestruturação em uma atividade investigativa, e as justificativas que amparam tais escolhas. Além da apresentação, dispõe-se, para cada grupo, um tempo de arguição por parte dos colegas, com o intuito de compreender as nuances das propostas elaboradas, estabelecendo uma análise crítica dos materiais produzidos e levando aos licenciandos a um processo de reflexão da própria prática.

Avaliação:

O método avaliativo se dará em duas naturezas distintas. Uma delas de caráter processual formativa e sem atribuição de nota, observando a participação dos alunos no decorrer das diferentes etapas da sequência didática em termos de engajamento com os colegas e nas discussões propostas, tanto no momento experimental quanto na conceituação da teoria. A outra tem caráter somativo, correspondente ao trabalho entregue e apresentado pelos alunos ao fim do prazo designado para a elaboração das suas SEIs, conforme disposto nos **Momentos 2.6 e 3.1**.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito da proposta aqui desenhada tem um caráter dual, por um lado, intencionamos propor uma perspectiva de atividade para a formação inicial em que seja contemplado o ensino de uma abordagem por meio dos elementos que configuram essa própria abordagem, proporcionando a construção do arcabouço teórico que a constitui de forma contextualizada a partir de experiências tidas pelos licenciandos. Se almejamos a superação do ensino tradicional de ciências em escolas, devemos partir de uma formação que supere o ensino tradicional das metodologias que dão aporte ao ensino dessas ciências, argumento este reforçado por Villarrubia (2017), que apresenta uma defesa contundente de uma formação para as ciências que fuja de uma preparação para a confirmação de conceitos, leis ou teorias. Por outro lado, consequência deste primeiro, a proposta serve como um convite para a reflexão a respeito da própria formação e as diferentes formas de apreensão do conhecimento inerente à prática pedagógica.

O desenvolvimento da proposta ao longo de uma disciplina de Metodologias e Prática para o Ensino de Física de um curso de Licenciatura nos possibilitou algumas reflexões a respeito das potencialidades trazidas pelo movimento de relacionar um pressuposto teórico com a sua prática. Uma das principais características que abordagens didáticas e metodologias de ensino que diferem do tradicional trazem consigo é o seu afastamento de uma perspectiva conteudista e uma aproximação de pressupostos sociointeracionistas e construtivistas, e ofertar uma experiência orientada para a constituição de uma sequência de atividades com tais pressupostos age não

apenas sobre o corpo de conhecimentos didáticos disponíveis aos alunos de licenciatura, mas também como uma provocação que leva a uma reflexão crítica da sua própria prática.

Ao implementar sequências que tenham como objetivo o desenvolvimento conceitual via o meta-ensino, recomenda-se elaborar com clareza as atividades com o intuito de, ao chegar na fase de conceituação teórica via trabalhos de referência, haja material "vivencial" desenvolvido com os alunos onde ancorar tais pressupostos. Para isso, uma seleção dos artigos e materiais a serem utilizados em tal fase deve ser feita de forma cautelosa e intencional por parte do professor formador, para que as suas ações ao longo da fase investigativa sejam justificadas e relacionadas com a bibliografia na etapa teórica. Se tal conhecimento serve a um propósito amparado na prática, talvez deva ser considerada uma reimaginação do ensino desse conhecimento pautado na sua própria prática.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTO, José Alexandre; *et al.* Sequência de Ensino Investigativa: Indícios da Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino de Cargas Elétricas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Cerro Largo, v. 6, n. 6, p. 634-656, 2023.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. As práticas experimentais no ensino de Física. In: _____ **Ensino de Física. Coleção Ideias em Ação**. São Paulo, Cengage Learning, 2010, p. 53-78.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____ (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p 1 - 20.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PEREZ, Daniel **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. **Formação de Professores: Pesquisas, representações e poder**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2000.

DUSCHL, Richard Allan; GRANDY, Richard. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. **Science & Education**, v. 16, n. 2, p. 141-166, 2007.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, Ensino por Investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, Belo Horizonte, 2015

SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino por investigação: teorias e práticas e a BNCC**. Conferência proferida no I Encontro Nacional do MNPEF, 2021.

VILLARRUBIA, Anna Carolina Ferasin. **Aspectos do ensino por investigação em uma sequência didática elaborada por futuros professores de biologia**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.