

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO PROCESSO FORMATIVO DE LICENCIANDOS EM FÍSICA

Michele Carneiro¹, José Wally Menezes², Mairton Romeu³

¹ IFCE/ michele.paulino02@aluno.ifce.edu.br

² IFCE/ wally@ifce.edu.br

³ IFCE/ mairtoncavalcante@ifce.edu.br

INTRODUÇÃO

Um ensino baseado em pressupostos construtivistas exige novas práticas docentes e discentes que não são comuns na nossa cultura escolar. Segundo Carvalho (2012), há uma distância considerável entre a formação dos professores e sua prática profissional e entre esta prática e a aprendizagem dos alunos.

Moreira (2014) cita alguns problemas do ensino de Física na Educação Básica: falta e/ou despreparo de professores, más condições de trabalho, reduzido número de aulas e progressiva perda da identidade no currículo, e estímulo à aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. No entanto, o que se espera do ensino de Ciências é que seja centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas, focado na aprendizagem significativa, e tendo o professor como mediador. Para que os professores adquiram essa nova concepção de ensino, é necessário que sua formação também seja modificada, quer modificando as aulas nas universidades, quer ampliando a formação continuada (Carvalho, 2012).

Nesse contexto, metodologias que promovam o protagonismo na construção do conhecimento têm ganhado destaque na formação inicial de professores de Física, como o Ensino por Investigação (EI). Essa abordagem estimula a formulação de hipóteses, a experimentação, o registro de dados e a construção de explicações com base em evidências, colocando o aluno em posição ativa no processo de aprendizagem (Carvalho, 2018).

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (Carvalho, 2018, p. 766).

Quando falamos em investigação, temos como pressuposto as ações e as atitudes que permitem a resolução prática de um problema, bem como, a compreensão dessas ações práticas executadas. Antes de tudo, deve-se considerar que a investigação parte da explicitação e do surgimento de um problema, ou seja, uma situação conflituosa para os estudantes (Scarpa *et al.*, 2017). “O papel do professor, em situações como estas, é de gerenciador do espaço de debate e,

[...], não oferece respostas rápidas, mas aponta novas questões e caminhos pelos quais a investigação possa seguir” (Scarpa *et al*, 2017, p.16).

Portanto, o professor deve criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar, isto é dar liberdade intelectual para os alunos. Esses dois conceitos – liberdade intelectual e elaboração de problemas – são essenciais para os alunos interagirem com o material e construam seus conhecimentos em uma situação de EI (Carvalho, 2018). Nas aulas experimentais um bom problema é aquele que dá condições para que os alunos: passem das ações manipulativas às ações intelectuais; construam explicações causais e legais (Carvalho, 2018).

Nesse sentido, Borges (2002) sugere uma abordagem mais aberta para as atividades experimentais, na qual os alunos têm maior autonomia para formular hipóteses, planejar procedimentos, explorar diferentes caminhos para resolver problemas, e interpretar resultados, desenvolvendo assim habilidades essenciais para o pensamento científico. No entanto, muitas escolas ainda enfrentam dificuldades em relação à infraestrutura e à formação de professores para implementar esse tipo de abordagem.. Além disso, a falta de tempo para o planejamento e execução de atividades investigativas é um problema recorrente, especialmente em turmas grandes, onde o controle e a mediação de atividades abertas podem se tornar desafiadores.

Por fim, Carvalho e Gil-Pérez (2011) avançam para a construção de caminhos possíveis para que professores desenvolvam seu saber profissional de forma crítica e contextualizada. Ao se proporcionar aos professores espaços coletivos de reflexão, debate e aprofundamento, suas concepções e práticas podem se aproximar dos resultados da comunidade científica. Os autores consideram a importância de desenvolver um trabalho de mudança didática, que direcione os professores, a partir de suas próprias concepções, a ampliarem seus recursos e modificarem suas perspectivas.

A vivência dessas estratégias durante a formação docente é determinante para que futuros professores adotem práticas investigativas em sua atuação escolar. Assim, diante desse panorama repleto de desafios, o presente estudo – parte de uma pesquisa de doutorado em andamento – teve como objetivo relatar e analisar uma experiência formativa desenvolvida com bolsistas do PIBID que envolve a construção, aplicação e validação de uma sequência de ensino investigativa (SEI). Neste processo, os licenciandos vivenciaram práticas experimentais investigativas de eletromagnetismo, refletindo sobre suas aprendizagens e dificuldades.

METODOLOGIA

O minicurso foi ofertado a licenciandos bolsistas do PIBID – Física, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza-CE, com foco na formação inicial de professores no EI. Buscou-se compreender as potencialidades, obstáculos e habilidades que foram mobilizadas durante a formação.

Inicialmente, oito licenciandos, integrantes do PIBID aceitaram participar do mini curso. Seis dos licenciandos possuem entre 19 e 23 anos, um deles com 33 anos, e outro com 62 anos. Todos participam do programa PIBID a menos de 1 ano. Cinco deles cursam o quarto semestre da licenciatura, dois cursam o quinto semestre, e um deles, o sétimo semestre. 87,5% já tiveram alguma experiência lecionando física, seja no estágio, como professor substituto, monitoria ou aulas particulares. Apenas um participante relatou não ter nenhuma experiência.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IFCE, sob parecer consubstanciado nº 7.589.057 e CAAE nº 87953925.3.0000.5589. Os cuidados éticos foram contemplados mediante autorização dos participantes e uso de trechos de falas anonimizados. A coleta envolveu observação participante, registros em áudio e produções dos licenciandos durante as atividades. A análise, de natureza qualitativa, se apoia na perspectiva do EI (Carvalho, 2018). Na pesquisa qualitativa a interpretação dos dados é o elemento central do domínio metodológico. Essa interpretação envolve compreender os significados tanto do ponto de vista do pesquisador quanto dos sujeitos da pesquisa (Moreira, 2011).

Os encontros ocorreram no período entre 12/06/2025 e 03/07/2025 distribuídos em seis encontros de duração de 2h, totalizando 12h de formação. A formação ocorreu em um dos Laboratório do IFCE. Nesse espaço foram desenvolvidas as atividades teóricas e práticas. A parte prática envolveu atividades experimentais investigativas relacionadas ao conteúdo de Eletromagnetismo. Os experimentos foram trabalhados com materiais simples e de baixo custo. Além disso, a formação também contemplou uma oficina de construção de mapas conceituais, aulas teóricas e momentos de reflexão e discussão sobre as atividades.

De acordo com Carvalho (2013, p. 9), a SEI deve ter algumas atividades-chave, as quais são: 1. Um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado; 2. Uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos; 3. Atividade de contextualização social do conhecimento e/ou aprofundamento do conteúdo; 4. Atividade de avaliação e/ou de aplicação.

Partindo dessa orientação buscou-se trabalhar com os licenciandos alguns destes elementos na vivência de atividades investigativas, onde eles estariam na posição de alunos, para que pudessem compreender de forma clara como a abordagem se aplica numa situação de sala de aula. Então, decidimos partir de problemas experimentais que possibilitassem a liberdade deles levantarem hipóteses, testar, errar e acertar. Segundo Carvalho (2010), apesar de as atividades

experimentais serem uma prática antiga nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, muitos professores não têm familiaridade com essa atividade. Neste relato, analisamos especificamente os encontros voltados às práticas experimentais investigativas: construção de uma bússola magnética, de um eletroímã e de um motor elétrico simples.

No primeiro encontro foram trabalhados dois experimentos com abordagens diferentes. O primeiro foi o experimento de construção de uma bússola caseira utilizando um roteiro com as instruções a serem seguidas. O segundo experimento consistiu na construção de um eletroímã a partir da pergunta investigativa “Como podemos construir um ímã que liga e desliga utilizando objetos do cotidiano?”, não dispondo de um roteiro passo a passo. Ao final das duas práticas houve um momento de discussão quanto às diferenças observadas entre as duas abordagens. Em outro dia, foi trabalhada uma nova atividade prática experimental, onde eles foram colocados diante da situação-problema: “Como a eletricidade e o campo magnético podem gerar movimento em um motor elétrico simples?”. Logo, a partir dos materiais disponibilizados, eles construíram um motor elétrico simples, numa abordagem aberta e investigativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento da construção da bússola partiu de um roteiro detalhado. Apesar da simplicidade do experimento, surgiram dificuldades técnicas, envolvendo a utilização dos materiais, bem como dificuldades conceituais. Um dos participantes demonstrou insegurança na atividade, revelando que nunca havia estudado o conteúdo de magnetismo de forma efetiva no EM, e nem na graduação. Essa condição revelou lacunas formativas e dificuldades com a experimentação.

Ao vivenciarem a segunda prática — construção de um eletroímã sem roteiro — emergiram falas indicando tensões e incertezas conceituais, mas também engajamento investigativo. A mediação docente se deu por meio de perguntas orientadoras e estímulo à exploração, conforme os fundamentos do EI.

Em um dos momentos, ao discutir sobre como intensificar o campo magnético gerado no experimento do eletroímã, a pesquisadora instigou os estudantes a testarem diferentes materiais no núcleo do solenoide: “Então pode ser que esteja faltando alguma coisa, né? O que é que poderia intensificar esse campo magnético? Olha os outros materiais que tem aí”. Na sequência, iniciou-se um diálogo com L3, revelando dificuldades conceituais e aproximações espontâneas com conceitos físicos formais:

P: Alguma coisa é colocada no núcleo do solenoide. Que aí não tem nada, né?

L3: [...] Eu perguntei, tem certeza que não tem que ter nada aqui no centro? Porque aqui vai ter o condutor e vai ter o isolante, né? Aí vai gerar.

P: Aí qual seria esse material?

L3: Seria esse carritelzinho, né? (referindo-se a um material de plástico).

P: Agora vamos testar com outro material, no núcleo. O que a gente poderia colocar aí no núcleo?

L3: Porque se a gente colocar metal, o metal tem elétron, então por causa disso ele vai esquentar.

P: Se o metal tem elétrons, isso vai contribuir ou não? Esse material pode ser magnetizado?

L3: Pode.

P: Se ele for magnetizado, ele vai ter o quê?

L3: Vai ter propriedade.

P: O que vai ser gerado ao redor dele?

L3: Um campo elétrico.

P: Um campo?

L3: Eletromagnético.

P: Então isso pode o quê? Intensificar ou atrapalhar?

L3: Intensifica. Porque vão ter dois campos, né? E teoricamente é para andar pro mesmo local.

Esse fragmento revela um momento de construção conceitual importante, no qual o licenciando mobiliza conhecimentos prévios, mesmo que inicialmente imprecisos, para dialogar com a prática e avançar na compreensão do fenômeno. A mediação, centrada em perguntas abertas, favoreceu a elaboração de explicações com progressiva aproximação ao modelo científico. Segundo Scarpa *et al.* (2017), com essas ações, os alunos são inseridos no processo de investigação de situações, sendo consultado sobre seu posicionamento e recebendo oportunidades para aprofundamento na análise do que já sabe, frente a novas informações ou novas condições.

Ao final das atividades, realizou-se uma roda de conversa para discutir as diferenças percebidas entre as duas abordagens. Os participantes foram unânimes ao reconhecer que a atividade investigativa exigiu maior mobilização de conhecimentos prévios, criatividade, tomada de decisão e autorregulação:

L3: Na primeira atividade tinha praticamente um guia né. Foi a principal diferença. Esse aqui já precisa de um pouquinho de conhecimento da pessoa.

L1: [...] foi a segunda, porque eu tive que buscar conhecimentos que eu já tinha de eletricidade e magnetismo, né? Tive que lembrar como posso construir um ímã. Ali já tem o roteiro, então você segue o roteiro, né? Prontinho e vai dar certo. Agora você tem que testar. [...] Então, esses testes e falhas, e testes, falhas, testes, aí isso funciona. Aí leva você a pensar. Você tem que pensar uma, duas, três vezes. Até construir o ímã.

Essa mudança de postura na fala de L1 evidencia a transição para a ação intelectual investigativa, conforme discutido por Carvalho (2018). A resolução de um problema é um processo complexo que congrega ações de instâncias distintas desde aquelas mais ligadas a ações manipulativas, desenvolvimento e envolvimento cognitivo, até aspectos que demonstram uma construção teórica de conhecimento (Solino, Ferraz, Sasseron, 2015). O trecho também evidencia a importância de considerar os conhecimentos prévios, também apontado por Scarpa *et al.*, (2017), ao citar que os estudantes trazem suas próprias concepções e explicações sobre os fenômenos natu-

rais, baseadas na sua experiência de vida. Os alunos não irão abandonar de forma imediata esses conceitos.

Quando questionados sobre qual atividade promoveu maior aprendizagem sobre o conteúdo e sobre o processo científico, e sobre qual ofereceu mais autonomia neste processo, todos os presentes indicaram a prática investigativa. Ao serem indagados sobre quais elementos da segunda atividade tornam a experiência diferente de um experimento tradicional com roteiro, um dos participantes relatou:

L1: Eu acho que a diferença é que você aplica o seu conhecimento prévio que você vê na teoria. Você tem uma aula de eletricidade e magnetismo e vê lá que a bobina ou o solenóide sofre influência do número de espiras e o número de tensão. Então, tendo isso, você aplica e testa aqui. O roteiro não vai te falar isso, né? [...] Ou pode falar, mas ele não vai te instigar a pensar. Ele vai só te pegar na mão e levar. Ele vai te levar um resultado X. Você não consegue descobrir um resultado Z, Y. Com o segundo teste, não. Você pode chegar a outras conclusões [...].

Na terceira prática, a tarefa consistia em construir um motor elétrico capaz de realizar rotação contínua de uma bobina suspensa. O objetivo era que os próprios estudantes testassem hipóteses relacionadas ao número de espiras, forma de raspagem do fio esmaltado, posicionamento dos ímãs, e influência da corrente elétrica no movimento. A necessidade de um suporte estável e de raspagem correta das extremidades do fio gerou frustrações iniciais. Alguns participantes expressaram incertezas iniciais:

L1: Tenho uma vasta ideia. De acordo com a Lei de Biot-Savat, não, é pela força eletromotriz, né? Com o campo. Variando o campo magnético. Como é que eu vou fazer isso aqui? Não faço a menor ideia. Posso riscar uma folha dessa?
L3: Professora Michele, a gente não sabe por onde começa, eu ainda não fiz eletromagnetismo, então. No caso, a gente tem o ímã, ok. Então, de alguma maneira, a gente tem que fazer esses dois e usar esse material aqui, né?

Esses trechos revelam lacunas de base conceitual, mas também indicam a ativação de esquemas explicativos espontâneos diante dos desafios propostos. Os alunos foram colocados diante de uma situação conflituosa, como proposto no EI, onde a solução não era evidente. Essa abordagem é o que diferencia do ensino tradicional, exigindo deles ações práticas e intelectuais (Scarpa *et al.*, p. 16, 2017).

Diante das dificuldades, a pesquisadora foi tentando criar condições para que os licenciandos pudessem participar sem medo de errar, isto é, dando liberdade intelectual para os alunos (Carvalho, 2018), como mostra os trechos da transcrição dos áudios a seguir.

P: Mas a gente tem que construir alguma coisa com esse fio. [...] Nós queremos construir um motor elétrico simples. O motor elétrico, qual é a transformação que vai acontecer nele?
L1: Magnético para elétrico.

L5: Energia elétrica em energia cinética.
P: Isso. O objetivo, a gente quer gerar um movimento. Um movimento de quê nesse caso? O que é que vai se movimentar? [...].
L5: A bobina.
P: Então vocês têm que construir essa bobina com o que? Qual material?
L1: Com o fio
P: [...] como é que vai fazer para passar a corrente pela bobina?
L1: Liga ela. Liga os dois (inaudível) na pilha?
P: Mas somente isso vai ser suficiente para fazer a bobina girar? Somente ligar a bobina na pilha?
L1: Não, Precisa do ímã, campo magnético. A força eletromagnética [...].

Como vimos, “o papel do professor, em situações como estas, é de gerenciador do espaço de debate e, exercendo sua autoridade epistêmica, não oferece respostas rápidas, mas aponta novas questões e caminhos pelos quais a investigação possa seguir” (Scarpa *et al.*, p. 16, 2017).

No decorrer da aula, uma das duplas obteve êxito: “o motor foi feito, professora. Ele tá girando sem parar” (L4). Mesmo quando incompleto, o funcionamento parcial contribuiu para reflexões sobre variáveis experimentais, reforçando aprendizagens processuais. É a partir das hipóteses dos alunos que quando testadas experimentalmente deram certo que eles terão a oportunidade de construir o conhecimento. As hipóteses que quando testadas não deram certo também são importantes nessa construção, pois é a partir do erro que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema (Carvalho, 2013).

Os principais resultados indicam que os licenciandos mobilizaram conhecimentos prévios; tomaram decisões; foram estimulados a pensar criticamente, e resolver problemas; aprenderam mais sobre o conteúdo e o processo científico. Além disso, destaca-se a compreensão do papel docente na mediação e reconhecimento da importância da investigação como metodologia de ensino. Essas percepções reforçam que vivenciar o EI como aprendizes foi essencial para que compreendessem como aplicá-lo futuramente em sala de aula.

Por outro lado, foram identificadas dificuldades, como o tempo destinado às experimentações investigativas. E também, algumas lacunas nos licenciandos, com relação ao domínio do conteúdo, presenças de concepções alternativas, pouco conhecimento prévio sobre o assunto, bem como, a pouca familiaridade dos participantes com experimentos de eletricidade e magnetismo. A análise das interações orais revelou desafios no desenvolvimento da argumentação científica, especialmente em contextos onde o professor mediou as discussões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O minicurso permitiu que os licenciandos vivenciassem o EI na condição de aprendizes, possibilitando-lhes identificar suas próprias limitações e potencialidades em práticas experimentais de eletromagnetismo, e necessidades formativas. A experiência revelou: mudança de postura

diante da experimentação; valorização do erro como elemento formativo; necessidade de atuação docente mediadora; compreensão da importância dos conhecimentos prévios.

Desse modo, a experiência contribuiu para aproximar teoria e prática, fortalecendo a formação inicial de professores de Física. E evidenciou a necessidade de se intensificar ferramentas investigativas na formação inicial para capacitar os docentes a romperem com práticas convencionais e adotarem efetivamente metodologias investigativas, enfatizando a importância de um planejamento reflexivo e colaborativo.

Os resultados indicaram que, apesar de algumas dificuldades conceituais e limitações de tempo, as atividades investigativas apresentam potencial para estimular a argumentação científica, a construção de conceitos e o engajamento dos alunos, contribuindo significativamente para a alfabetização científica. Embora também revelem desafios relacionados à formação de professores, como deficiências no domínio de conteúdos físicos, pouco repertório conceitual e presença de concepções alternativas. Como continuidade, pretende-se observar os licenciandos aplicando uma SEI no EM e analisar entrevistas realizadas após todo o processo formativo, aprofundando a investigação sobre o desenvolvimento profissional dos licenciandos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291–313, dez. 2002.
- CARVALHO, A. M. P. 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, dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. **Formação e prática profissional dos professores de Física**. In: GARCIA, N. M. D. *et al.* (org.). *A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012. p. 2–43.
- CARVALHO, A. M. P. **As práticas experimentais no ensino de Física**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53–78. (Coleção Ideias em Ação).
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea**. Conferência proferida no Ciclo de Palestras dos 50 anos do Instituto de Física da UFRJ. Rio de Janeiro, mar. 2014.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a argumentação em aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n. 1, p. 7–27, jan./jun. 2017.
- SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. **Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares**. In: *Simpósio Nacional de Ensino de Física, XXI, 2015, Uberlândia. Anais [...]*. Uberlândia: SBF, 2015.