



TEORIA DE PIAGET E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO

B. M. SILVA¹, R. C. PAZIM¹, F. L. EVANGELISTA¹, L. L. ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - *campus* Concórdia.

Resumo

Este relatório refere-se ao Programa de Residência Pedagógica, vinculado ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense campus Concórdia. O objetivo foi promover a imersão do licenciando no contexto escolar e possibilitar o aprendizado e o desenvolvimento da identidade docente. As atividades foram desenvolvidas com uma turma de 3^o ano do Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, e envolveram a leitura de documentos pertinentes para o processo de ensino-aprendizagem, oito semanas de atuação como docente e aplicação de uma oficina didática. Durante a docência e a oficina didática foram abordados os conceitos ligados a eletromagnetismo, por meio da experimentação, história da ciência, resolução de problemas e simulações virtuais. Como embasamento teórico, foram adotadas as concepções construtivistas de Jean Piaget. De modo geral, as experiências desenvolvidas na Residência Pedagógica representaram uma oportunidade única de preparação para o futuro trabalho docente. [EDITAR]

Keywords: Ensino de Física. Teoria Piagetiana. Experimentação.

I. INTRODUÇÃO

As atividades da Residência Pedagógica foram realizadas no IFC *campus* Concórdia com a turma 3B, um dos 3^{os} anos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. Desenvolveu-se num período de oito semanas, atividades ligadas à docência, em que a residente atuou como professora. Durante as aulas assumiu-se como prerrogativa abordar os conceitos físicos relacionados ao eletromagnetismo, como ímãs, campo magnético e força magnética. Concomitantemente, foi realizada uma oficina didática com o objetivo de explorar as aplicações do eletromagnetismo a partir da construção de experimentos.

Neste contexto, adotou-se como pressuposto teórico as ideias construtivistas de Jean Piaget sobre ensino-aprendizagem, enquanto os procedimentos metodológicos voltaram-se a utilização da experimentação, história da ciência, *simulações virtuais* e *resolução de problemas*. Assim, a escrita deste relatório motiva-se pela necessidade de estimular e desenvolver a prática reflexiva.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As atividades de docência foram desenvolvidas com a turma 3B, 3º ano do Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal Catarinense *campus* Concórdia, formada por 29 alunos. O conteúdo programático das aulas envolveu magnetismo e eletromagnetismo.

Durante as explicações orais, a principal ferramenta didática constituiu-se no quadro branco com a projeção dos conceitos, imagens e exemplos no quadro, não se limitando, porém, a este artifício. Fez-se uso, também, de *experimentos demonstrativos*, material concreto, história da ciência, *simulações virtuais*, *resolução de problemas* bem como atividades de pesquisa. Segundo a perspectiva construtivista de Piaget, um bom professor utiliza diversos instrumentos didático-pedagógicos, pois têm consciência crítica de que os alunos não aprendem todos da mesma maneira (GOMES; BELLINI, 2009, p. 9).

Realizou-se também uma oficina didática com a turma, em que se assumiu como objetivo o estudo de algumas aplicações dos conceitos de eletromagnetismo explorados durante as aulas anteriores. Buscou-se, portanto, aprofundar os conhecimentos acerca de campo magnético, ímãs, eletroímãs, polos magnéticos e força magnética. A oficina teve duração de 4 horas/aula, sendo que as atividades foram desenvolvidas com base nas ideias piagetianas para o ensino-aprendizagem. Por sua vez, nos procedimentos metodológicos para abordagem do conteúdo foram combinados experimentos e *resolução de problemas*.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

III.1. RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

Instituído em 28 de fevereiro de 2018, o Programa Residência Pedagógica integra o pacote de medidas governamentais que visam melhorias na formação inicial de professores. O programa surgiu a partir da reformulação do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (FALZETTA, 2017).

A justificativa para criação da Residência Pedagógica remete principalmente a necessidade de garantir aos egressos de cursos de licenciatura, competências e habilidades fundamentais para o desenvolvimento do trabalho docente de qualidade no ensino básico. Neste sentido, assume-se como um dos objetivos a inserção do aluno licenciando no contexto escolar na segunda metade de seu curso (CAPES, 2018).

Busca-se, portanto, preparar o estudante para a futura atuação docente. As experiências vivenciadas na Residência Pedagógica irão contribuir para a construção da identidade, dos saberes e das posturas específicas necessárias ao exercício profissional docente (PIMENTA; LIMA, 2011, p. 61).

Outros objetivos envolvem oportunizar ao licenciando o exercício da relação entre teoria e prática profissional, repensar a modalidade tradicional do estágio supervisionado obrigatório e ampliar o diálogo entre as instituições de ensino superior e as escolas (CAPES, 2018). Modelos de iniciação a docência, semelhantes à Residência Pedagógica, vêm sendo desenvolvidos em outros países, como o *School-Led Training*, na Inglaterra (FALZETTA, 2017).

Neste contexto, as atividades do residente de um curso de licenciatura, divididas em

três etapas, incluem: a visitação aos setores da gestão escolar, a fim de tomar conhecimento sobre os processos políticos e administrativos; o acompanhamento das aulas, para observar o trabalho docente e as interações entre professor e aluno; e o período de intervenções em sala de aula, por meio da docência e da realização de oficinas didáticas.

Além disso, a fim de facilitar o processo de imersão no universo escolar, o estudante que participa da Residência Pedagógica é orientado por professores de sua universidade e também pelo professor da rede de ensino. O programa também garante auxílio financeiro, com bolsa de estudo, no valor de quatrocentos reais (*ibid*).

III.2. TEORIA CONSTRUTIVISTA DE JEAN PIAGET

De modo geral, a teoria piagetiana defende que o desenvolvimento cognitivo humano se dá pelos processos de assimilação e acomodação, que estão intimamente interligados. Ao interagir ou intervir na realidade, um indivíduo constrói esquemas para abordar determinado problema, o que caracteriza a assimilação. Por sua vez, quando não é possível assimilar determinada situação, a mente se adapta, se reorganiza e se modifica, na etapa de equilíbrio, construindo novas assimilações, o que denota o processo de acomodação (MOREIRA, 2011).

É necessária a construção constante de estruturas lógicas. As operações intelectuais tornam-se mais sofisticadas e complexas enquanto o indivíduo interage com a realidade, a fim de entendê-la, e avança no processo de aprendizagem. O último estágio do desenvolvimento cognitivo configura-se na elaboração e apropriação de estruturas do pensamento formal e abstrato (MORAES, 2008).

Além disso, sustenta-se o princípio de que o conhecimento é resultante das contínuas e sucessivas interações entre o sujeito-indivíduo com o objeto-meio. A inteligência origina-se, portanto, da ação e da experiência do sujeito com o objeto, a partir da equilíbrio de estruturas cognitivas já existentes com a ação realizada (FERRACIOLI, 1999).

Piaget também divide o desenvolvimento cognitivo por etapas ou períodos, sendo que é na adolescência que se alcança o estágio das operações formais. Neste caso, é possível superar o conhecimento unicamente empírico, baseado na realidade observável, e desenvolve-se o pensamento hipotético-dedutivo. O sujeito é capaz de construir hipóteses, teorias e reflexões (*ibid*).

Para o ensino, tais ideias de Piaget indicam que o trabalho docente envolve criar situações que possibilitem ao aluno reestruturar seus esquemas mentais. O ato de ensinar deve estimular e provocar o desequilíbrio na mente do estudante para que, ao buscar o equilíbrio, ele construa novos significados, se reorganize cognitivamente e, conseqüentemente, aprenda (MOREIRA, 2011). A reformulação de conceitos e dos modos de raciocínio é a fonte primária para o desenvolvimento cognitivo (FERRACIOLI, 1999).

Assim, sempre que possível, deve ser dada ao aluno a oportunidade de agir, de realizar atividades práticas, que unidas às demonstrações e argumentações do professor, instigarão a construção do conhecimento. O trabalho prático não tem fim em si mesmo, ele deve estar atrelado às concepções teóricas a fim de produzir conhecimento (MOREIRA, 2011).

Piaget difere as atividades práticas em dois grupos: experiência física e experiência lógico-matemática. Uma experiência física é essencialmente empirista, enquanto na experiência

lógica-matemática as intervenções e ações sobre os objetos representam o ponto de partida para a construção do conhecimento (GOMES; BELLINI, 2009). O objetivo de um experimento deve ser, então, agir sobre o objeto para internalizar suas propriedades (FERRACIOLI, 1999).

Logo, a aprendizagem e a construção do conhecimento ocorrem quando a assimilação da realidade leva à formulação de um novo pensamento ou à modificação de estruturas cognitivas prévias. Conforme Piaget (1982, p.157), o aprendizado é o equilíbrio entre a assimilação da experiência às estruturas dedutivas e a acomodação dessas estruturas aos dados da experiência. Concomitantemente, a aprendizagem será possível quando estruturas simples atuam como subsídio para estruturas complexas.

No contexto das ideias piagetianas, o professor desempenha papel fundamental e, em sala de aula, é sujeito ativo tanto quanto seu aluno. Deixa-se de lado a postura conferencista, de apenas transmitir informações e soluções já prontas, e assume-se o desafio de estimular a pesquisa, o debate, o questionamento e a reflexão, bem como de orientar a tomada de decisão (idem, 1977).

Cabe ao docente elaborar, de forma adequada e consciente, as ações de ensino que reverterão em ações de aprendizagem, a fim que seus alunos possam ultrapassar um nível de menor conhecimento em direção a um nível de maior conhecimento. Orienta-se além da realização de experimentos, a resolução de situações-problemas voltadas ao desequilíbrio nas estruturas mentais dos alunos (RODRIGUES, 2015).

Ainda conforme Piaget, o professor de Física ideal é o profissional que apresenta a disciplina de forma contextualizada, como uma produção histórico-cultural, e que preza pela vinculação dos conceitos à realidade, em detrimento à mera transmissão de informações ou reprodução de exercícios. Tal postura docente contribui para a formação de um aluno crítico, responsável, criativo e que, acima de tudo, aprende (GOMES; BELLINI, 2009).

Por fim, destaca-se que as ideias de Piaget impulsionaram o avanço das metodologias construtivistas, especialmente nas décadas de 1970 e 1980. Os estudos piagetianos sobre os processos da inteligência e do desenvolvimento cognitivo humano, considerando ainda fatores biológicos e psicológicos, desdobraram-se em propostas pedagógicas inovadoras que configuraram-se como alternativas para superar as aulas tradicionais e a aprendizagem propedêutica e fragmentada (RODRIGUES, 2015).

III.3. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

De maneira geral, um experimento pode ser concebido com a mesma finalidade, mas apresentar diferentes abordagens na forma como se desenvolve. Ou seja, as atividades a serem realizadas dependerão do enfoque, qualitativo ou quantitativo, bem como do roteiro proposto (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003), ou ainda das concepções adotadas. Por exemplo, na visão empirista - indutivista as atividades experimentais são desenvolvidas aplicando-se regras do método científico, por sua vez, na perspectiva construtivista os experimentos combinam ação e reflexão, baseando-se nos conhecimentos prévios dos estudantes (ROSITO, 2008).

Independente do processo metodológico escolhido pelo professor é imprescindível que as atividades experimentais sejam associadas às aulas teóricas. Resultados experimentais devem embasar e complementar a teoria, e vice-versa (*ibid*). É desta forma que a ciência

se desenvolve, hipóteses são testadas experimentalmente e, então, confrontam-se os dados coletados com os resultados previstos pela teoria (PARANÁ, 2008).

Ressalta-se assim os cuidados que se deve ter na seleção; na abordagem; e na determinação dos objetivos e dos procedimentos de um experimento. Para a experimentação funcionar, é preciso estabelecer uma relação de coerência entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos e as diferentes linguagens simbólicas (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

Além disso, os alunos também podem construir seu próprio material experimental, tendo a oportunidade de provocar e adaptar o fenômeno e elevando, conseqüentemente, o nível de aprofundamento dos conhecimentos (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003). Neste contexto, desperta-se o interesse e uma visão otimista sobre a Física, demonstrando-a como um universo do saber pelo qual se pode viajar, não um mero conjunto de leis e equações.

Entre as dificuldades apontadas na adoção do ensino experimental destaca-se a carência de materiais, a infraestrutura ineficiente e as salas superlotadas (ALISON; LEITE, 2016). Também é um desafio o despreparo dos professores, devido a algumas deficiências no curso de formação, além do cansaço, motivado pela sobrecarga de horas de trabalho, que torna o ensino tradicional e passivo mais conveniente.

Em suma, quando desenvolvidas de forma adequada, as atividades experimentais se em revertem vivências enriquecedoras para os alunos. A manipulação do concreto facilita a assimilação do abstrato, proporciona o prazer da descoberta, desenvolve a autonomia, inspira a criatividade e o levantamento de hipóteses, e principalmente demonstra que por trás de todo fenômeno existe uma teoria que tenta explicá-lo. Através da utilização da experimentação no ensino da Física invoca-se e apresenta-se aos alunos o verdadeiro sentido do fazer ciência, muitas vezes deixado de lado nas aulas tradicionais que apresentam uma ciência acabada (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

III.4. *história da ciência* NO ENSINO DE FÍSICA

O uso da *história da ciência* em aulas de Física tem se mostrado uma estratégia popular entre professores, a fim de humanizar o conhecimento e aproximá-lo do estudante de Ensino Médio. Estudar o passado das teorias científicas contribui para desmistificar a intangibilidade, a neutralidade e a atemporalidade da Física, visto que é possível problematizar a construção do conhecimento científico, a partir da identificação dos limites de sua validade bem como do contexto cultural, das crenças e dos valores que influenciaram em seu desenvolvimento (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012).

Através de relatos históricos, tornam-se passíveis de serem exploradas as relações e diferenças entre observação e hipóteses, leis e explicações e, sobretudo, resultados experimentais e explicação teórica (*ibid*). Ao mesmo tempo, a *história da ciência* contribui também para a mudança conceitual dos alunos, visto que seu processo de reestruturação cognitiva é semelhante ao desenvolvimento do próprio pensamento científico (QUINTAL; GUERRA, 2009).

Corroborar-se, portanto, com a necessidade de a ciência assumir um papel de formação histórica, cultural e social dos cidadãos (CHICÓRA; CAMARGO; TOPPEL, 2015, p.2).

De modo geral, acredita-se que o estudo da história das ideias científicas permite evidenciar aos estudantes que a real natureza da ciência é mais do que descobertas e seus

descobridores, é um atestado do poder da intelectualidade e do esforço humano. Todo conhecimento é fruto da cultura, do tempo, do espaço e do contexto em que se desenvolve, além de que influencia, dialoga e modifica-se com a sociedade.

III.5. ANIMAÇÕES E *simulações virtuais* NO ENSINO DE FÍSICA

Uma das estratégias didáticas mais populares no ensino de Física, nos últimos anos, envolve a utilização de recursos computacionais. As possibilidades de exploração de tais ferramentas incluem a construção de gráficos e modelagem de dados, com destaque para as animações e *simulações virtuais* (PIRES JÚNIOR, 2014).

O emprego das simulações em sala de aula dependerá dos objetivos de ensino traçados pelo professor. Em aulas expositivas, por exemplo, elas auxiliam na demonstração (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Além disso, na inviabilidade de se reproduzir atividades experimentais, um experimento pode ser simulado no computador (PIRES JÚNIOR, 2014), com a vantagem de ser possível para o estudante investigar a realidade do sistema observando-o diretamente, promovendo mudanças nas suas condições específicas, e observando suas consequências (MIRANDA; VANIN; BECHARA, 2004, p. 5).

Ressalta-se que simulações computacionais não substituem a experimentação. Tais estratégias de ensino podem, inclusive, ser utilizadas em conjunto, coadunadas, buscando-se facilitar a construção de relações entre teoria e experimento (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Assim, mais do que um acessório visual, as simulações assumem papel fundamental na interação entre professor, aluno e objeto de conhecimento, constituindo-se ainda num ambiente de investigação científica (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012).

Outros benefícios das simulações envolvem seu potencial motivador entre os estudantes, a plurivalência e multifuncionalidade de ambientes virtuais, bem como a atenção primária aos conceitos, em detrimento às fórmulas e cálculos matemáticos. Concomitantemente, não se pode negligenciar as limitações das mesmas, uma vez que, consistem em representações simplificadas de fenômenos reais. Cabe ao professor explicitar tal processo de modelagem, de transição, a fim de evitar distorções ou compreensões equivocadas por parte dos alunos (*ibid*).

IV. RESULTADOS

IV.1. DOCÊNCIA

A *história da ciência* foi empregada, por meio de uma citação de Albert Einstein sobre as bússolas, a fim de apresentar os conceitos iniciais sobre o magnetismo e as propriedades gerais dos ímãs. Aproveitou-se para contextualizar com os alunos a importância da invenção das bússolas para as grandes navegações e citou-se a história da pedra magnetita, para distinguir ímãs naturais e ímãs artificiais.

Explorou-se ainda o funcionamento de uma bússola para caracterizar os polos magnéticos de um ímã, visto que a orientação norte-sul da agulha magnética permite identificar seu polo sul e seu polo norte. Por sua vez, com uma pequena charge, foi abordado o conceito da inseparabilidade dos polos magnéticos.

Relatos históricos voltaram a ser utilizados na abordagem dos conceitos relacionados a campo magnético e corrente elétrica. Compartilhou-se com os alunos a história e relevância do experimento de Oersted, como marco inicial dos estudos sobre eletromagnetismo em 1820, uma vez que no período anterior a esta data, os físicos abordavam eletricidade e magnetismo como áreas distintas. De fato, as descobertas de Oersted comprovaram que uma corrente elétrica através de um fio condutor é capaz de produzir campo magnético (BISCUOLA; BÔAS; DOCA, 2016).

Concomitantemente, a explicação sobre o fenômeno de indução eletromagnética também envolveu o uso de informações históricas. Motivados pelas descobertas de Oersted, sobre a eletricidade produzir magnetismo, físicos buscaram confirmar a relação contrária. Tal comprovação surgiu em 1831, quando Faraday observou experimentalmente a geração de uma corrente elétrica induzida a partir do movimento constante de um ímã em relação a um condutor (*ibid*).

A utilização da abordagem histórica como ponto de partida no ensino de conceitos físicos contribui para a formação de um aluno mais crítico, ciente das contradições e evoluções das ideias científicas. Ao mesmo tempo, viabilizou-se a percepção das relações e simetrias existentes entre diferentes tópicos e conteúdos (CHICÓRA; CAMARGO; TOPPEL, 2015), em que um aluno comparou a relação de causa e efeito entre eletricidade e magnetismo ao que define a 3ª lei de Newton.

Materiais concretos também foram utilizados como instrumento didático durante as aulas. Destaca-se o emprego de ímãs em barra e limalhas de ferro para demonstrar as linhas de campo magnético, que tiveram como objetivo corroborar com as explicações orais sobre o vetor de indução magnética. O uso de *Materiais concretos* em sala de aula é defendido por amplificar a interiorização de conceitos, além do melhor entendimento e visualização de ideias abstratas (SANTI; SANTOS; WEBLER, 2018). Ao mesmo tempo, confirmou-se o caráter atrativo de tais materiais, visto que os alunos demonstraram postura curiosa frente à atividade.

No momento em que se explorou a origem do campo magnético, sentiu-se a necessidade de retomar conceitos de Química, relacionados ao número de elétrons na última camada de um átomo, e caracterizou-se os materiais ferromagnéticos com o apoio da tabela de distribuição eletrônica de Linus Pauling. Esta decisão foi motivada pela intenção de abordar, da melhor forma possível, conceitos abstratos como o *spin* do elétron.

A relação entre Física e Química foi positiva para os alunos, como se pode observar durante a *resolução de problemas* propostos, em que se lembraram da orientação do *spin* em pares nos orbitais. Neste sentido, a associação de novas ideias a partir de informações já conhecidas, contribuiu para a internalização de conceitos de forma não arbitrária (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

O desenvolvimento das aulas incluiu também a demonstração de alguns fenômenos a partir de *simulações virtuais* da plataforma *Physics Education Technology (PhET)*. Merecem destaque as simulações exibidas no tratamento de conteúdos referentes aos polos magnéticos; às linhas de indução do campo magnético; ao campo magnético terrestre; ao eletroímã; à indução eletromagnética; às espiras e solenoides.

De modo geral, em aulas expositivas as simulações ou animações podem se caracterizar como demonstração, visto que permitem visualizar conceitos abstratos, como fótons, elétrons

e até mesmo linhas de campo magnético (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Buscou-se ainda alinhar a apresentação das simulações com as explicações, para que os alunos fossem capazes de relacionar tanto a realidade quanto o modelo teórico com o ambiente virtual (PIRES JÚNIOR, 2012). Neste sentido, explorou-se as aplicações do fenômeno da indução magnética por meio de uma simulação do *PhET* sobre o funcionamento dos geradores elétricos.

Assim como as *simulações virtuais*, recorreu-se também a *experimentos demonstrativos* para subsidiar as explicações teóricas. Moedas de níquel e ímãs em barra foram utilizados para indicar a capacidade de magnetização dos materiais ferromagnéticos, enquanto um eletroímã de prego permitiu verificar os efeitos magnéticos da corrente elétrica. O uso dos *experimentos demonstrativos* pareceu despertar o interesse e atenção dos alunos, que interviram nas explicações com perguntas sobre os aparatos experimentais. Uma das dúvidas levantadas envolveu o papel do prego como núcleo do eletroímã e possibilitou a retomada de conceitos vistos na aula sobre magnetismo.

Ressalta-se, portanto, que a inserção dos *experimentos demonstrativos* nas aulas expositivas é uma alternativa metodológica que contribui no aprofundamento dos debates sobre um fenômeno físico e sua explicação teórico-conceitual (OLIVEIRA, 2010). Para explorar o campo magnético terrestre construiu-se um experimento com bola de isopor, ímãs e limalha de ferro (Figura 1). Foi possível visualizar, consciente das limitações do aparato experimental, a magnetosfera terrestre, as linhas de campo magnético bem como reforçar que o campo magnético apresenta maior intensidade nos polos geográficos.



Figura 1: Experimentos demonstrativos sobre indução eletromagnética e campo magnético terrestre.
Fonte: Autores (2019)

Ainda foram reproduzidos os experimentos de Oersted e de Faraday para comprovar tanto a produção de campo magnético por um fio condutor de corrente elétrica, quanto o surgimento de uma corrente elétrica induzida resultante do movimento contínuo de um ímã no interior de um condutor. Em tais atividades aproveitou-se para reforçar o contexto histórico das experiências, visto que a união da *história da ciência* com experimentos apresenta-se como estratégia a ser explorada por professores que desejam um ensino de

física que não se restrin-ja à *resolução de problemas* matemáticos totalmente desvinculados da realidade dos alunos (QUINTAL, GUERRA, 2009, p.25).

A fim de fortalecer a assimilação e melhor compreensão dos conteúdos tratados, adotou-se a *resolução de problemas*, desenvolvida nos momentos finais de cada aula. Os problemas envolviam questões conceituais, descritivas ou de múltipla escolha, bem como questões voltadas ao tratamento matemático de fenômenos físicos como, por exemplo, os cálculos do módulo da força magnética sobre uma carga em movimento, da intensidade do campo magnético em um solenoide ou em uma espira, além da intensidade de fluxo magnético.

De modo geral, a *resolução de problemas* é fundamental para a aprendizagem, visto que é um convite à reflexão, à tomada de decisões e ao desenvolvimento do raciocínio. Representam também uma ponte entre teoria e prática e um instrumento de contextualização dos conteúdos escolares, ao passo que rompem com o caráter abstracionista e estimulam a criatividade (CLEMENT; TERRAZZAN; NASCIMENTO, 2003). A maioria dos alunos se demonstrou empenhada na resolução destas atividades, visto que debatiam entre si às possibilidades de respostas das questões conceituais e buscavam auxiliar um aos outros nos problemas que exigiam a manipulação de equações matemáticas.

Salienta-se que todos os problemas e atividades foram corrigidos na aula posterior à sua aplicação, a fim de retomar o conteúdo e esclarecer eventuais dúvidas. Momentos como este caracterizaram-se como recuperação paralela, com a oportunidade de rever os erros dos alunos e permitiram identificar dificuldades e equívocos (SANTOMAURO, 2010). Os estudantes participaram das correções com breves comentários e sanaram dúvidas, referentes especialmente aos modelos matemáticos ligados à intensidade do campo magnético e à força magnética.

Com o propósito de contextualizar os conceitos abordados durante as aulas, foi desenvolvida uma *atividade de pesquisa* sobre temas relacionados ao eletromagnetismo. Os temas pesquisados incluíram o funcionamento do trem de levitação magnética, a influência do campo magnético no movimento migratório dos animais, a formação das auroras polares, o funcionamento de um disco e de um alto-falante, o exame de ressonância magnética e a história da bússola.

A concepção construtivista valoriza a inserção de atividades de pesquisa no processo de ensino, pois estimula a investigação, a argumentação além da construção do saber (GOMES; GHEDIN, 2011). Os alunos foram divididos em grupos e, com as informações obtidas por meio da pesquisa bibliográfica, organizaram um seminário de apresentação, adotado como atividade avaliativa, juntamente a um breve resumo escrito sobre o assunto. O desempenho dos alunos em tal avaliação foi considerado satisfatório.

De modo geral, durante as aulas, a maioria dos alunos se portou de forma respeitosa. Porém, em algumas atividades, que envolviam exploração teórica de forma expositiva de conceitos, foi necessária a intervenção da residente a fim de evitar dispersão e retomar atenção. Também foi possível perceber a relutância de alguns alunos quanto a esclarecer dúvidas. Por sua vez, os estudantes se mostraram mais participativos na exibição das *simulações virtuais* e dos *experimentos demonstrativos*. Entre as principais dificuldades notadas pode-se destacar algumas fragilidades dos alunos com relação à matemática básica, acerca de potências de base 10, funções trigonométricas e geometria espacial.

IV.2. OFICINA

No primeiro momento da oficina os alunos foram divididos em sete grupos e, a partir das orientações de um roteiro, construíram três experimentos diferentes: a bússola das tangentes, o motor elétrico e o guindaste de eletroímã. Tal escolha metodológica é justificada pelo fato de que quando o estudante se envolve na construção, ele passa a agir, refletir e interpretar o experimento, sabendo que o agir e o refletir nunca podem ser destituídos ou desassociados, pois se complementam para fornecer aprendizagem com significado (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

Cada roteiro experimental contava ainda com um breve questionário, realizado após o término do experimento. As perguntas foram elaboradas com o objetivo de instigar os alunos a relacionarem os dados experimentais com os conceitos de eletromagnetismo estudados durante o período de docência.

A bússola das tangentes foi construída por dois dos sete grupos (Figura 2). Verificou-se assim, por meio deste experimento, que um fio percorrido por corrente elétrica é capaz de produzir campo magnético e provocar a deflexão da agulha magnética da bússola. Tal deflexão, medida pelos estudantes com o auxílio de um transferidor, correspondeu a um ângulo de trinta e cinco graus (35°) na direção leste.

Além disso, uma das questões do roteiro indagava quais as alterações necessárias ao experimento para que a deflexão da agulha da bússola fosse maior. Os alunos foram instigados a refletir sobre a equação que determina a intensidade do campo magnético em um solenoide e responderam que a melhor opção seria aumentar o número de voltas de fio de cobre. Reforçou-se, portanto, que módulo do campo magnético no interior de um solenoide é diretamente proporcional ao número de espiras do mesmo.



Figura 2: *Experimento da bússola das tangentes construído na oficina.*
fonte: Autores (2019)

Outros dois grupos construíram o guindaste de eletroímã (Figura 3). O experimento permitiu reforçar os conceitos relacionados ao efeito magnético da corrente elétrica bem como o campo magnético de um solenoide. Em uma das questões do roteiro os alunos precisaram justificar a escolha do prego como núcleo do eletroímã, o que representou uma

oportunidade de relembrar as propriedades dos materiais ferromagnéticos e do processo de magnetização. Outra questão envolveu a eficiência do eletroímã para atrair materiais, em que os alunos compararam a diferença de atração magnética exercida por um ímã permanente e um eletroímã.



Figura 3: Experimento do guindaste eletromagnético construído na oficina.
fonte: Autores (2019)

Três grupos foram responsáveis pela construção do motor elétrico simples (Figura 4). Ressalta-se que durante o procedimento experimental foi necessária atenção especial à raspagem do esmalte isolante do fio de cobre, a fim de viabilizar o contato elétrico entre o fio e bateria. Por sua vez, as questões do roteiro relacionaram-se as causas do movimento de giro contínuo da bobina de cobre.

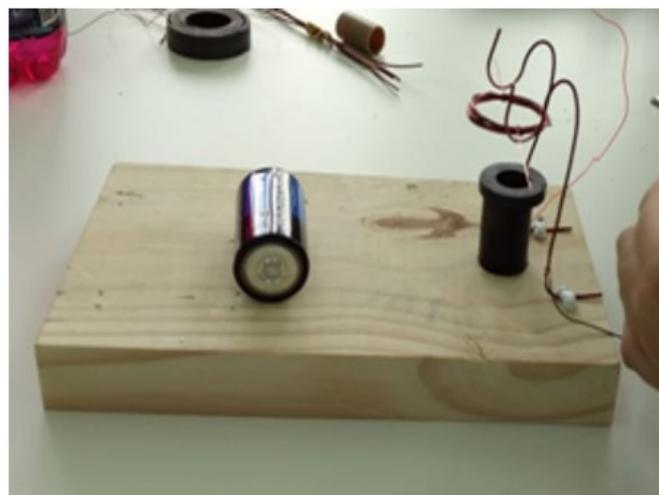


Figura 4: Experimento do motor elétrico construído na oficina.
fonte: Autores (2019)

De modo geral, os alunos se mostraram comprometidos e interessados na realização das atividades, reagindo com entusiasmo diante da montagem bem sucedida dos experimentos,

que funcionaram de maneira adequada. Reitera-se, portanto, o caráter atrativo da prática experimental, entre outras vantagens como prender atenção dos estudantes e gerar estímulo à aprendizagem (GRASSELLI; GARDELLI, 2014).

O segundo momento da oficina envolveu o debate sobre as questões do roteiro experimental com os estudantes. Os experimentos construídos foram explorados, um a um, com discussão das repostas concedidas pelos alunos, com a preocupação de fortalecer assimilação de alguns conceitos abordados em aula. Neste contexto, a bússola das tangentes foi relacionada ao experimento de Oersted e ao experimento de Pouillet, que permite calcular a intensidade do campo magnético terrestre em determinado ponto.

As explicações sobre o funcionamento do motor elétrico e do guindaste eletromagnético viabilizaram a retomada dos estudos sobre a atração e repulsão entre ímãs, força magnética, ação magnética sobre um fio condutor, além do princípio fundamental do eletromagnetismo e origem do campo magnético. A intenção destas reflexões foi evidenciar ao aluno que para desvendar um fenômeno físico é necessário usar a teoria (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

Destaca-se, assim, que as atividades práticas não tiveram fim em si mesmas, pelo contrário, estiveram a serviço da assimilação de conhecimentos conceituais. Os alunos foram instigados a refletir e debater, com olhar crítico, os resultados experimentais (*ibid*). Corroborase ainda com as ideias de Piaget de que deve ser concedida ao aluno a oportunidade de agir, mas somente a ação em si não é capaz de produzir conhecimento (MOREIRA, 2011).

Ao mesmo tempo, as questões do roteiro voltadas aos princípios e aos conceitos físicos relacionados com os experimentos, e não apenas à tradicional coleta de dados e organização de tabelas, representaram uma alternativa para superar as atividades experimentais exclusivamente verificatórias (PARANÁ, 2008).

No terceiro momento da oficina, os estudantes resolveram problemas sobre eletromagnetismo, pertinentes ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e a outros vestibulares de universidades brasileiras, visto que tais questões privilegiam a contextualização. Esta atividade representou ainda um instrumento de revisão e recuperação paralela dos conteúdos. Por fim, destaca-se que o planejamento da oficina bem como os planos de aula foram desenvolvidos no prazo previsto.

V. CONSIDERAÇÕES

Com a realização das atividades da Residência Pedagógica, foi possível vivenciar o cotidiano escolar e experimentar, os infortúnios e os prazeres que envolvem a profissão docente. Foi também uma oportunidade única de aprendizado, de reflexão, de estímulo e alimentou a convicção sobre a escolha profissional a ser seguida.

O contato com a unidade educacional, a fim de conhecer sua história, sua dimensão física e material, além de seus ideais pedagógicos, possibilitou vislumbrar as diversas conjecturas que influenciam, direta ou indiretamente, no desenvolvimento do ensino. Concomitantemente, a leitura do plano de ensino e do livro didático ampliou ainda mais a familiarização com o trabalho docente e fomentou novas reflexões sobre a importância do planejamento.

A proximidade com o ambiente escolar, de forma mais intensa no período de docência, também foi de suma importância. No desenvolvimento das aulas buscou-se alinhar a prática docente aos pressupostos teóricos construtivistas de Jean Piaget. Neste contexto, a variedade

de procedimentos metodológicos adotados na explicação dos conteúdos, como *experimentos demonstrativos*, *simulações virtuais*, *história da ciência* e *resolução de problemas*, representou um desafio à residente, estimulando a criatividade, a pesquisa e o senso crítico.

Concomitantemente, a partir da docência foi possível identificar algumas fragilidades na postura da residente, entre elas a pouca contextualização dos conceitos físicos estudados com fenômenos ligados à agropecuária, a limitada exploração dos aspectos geométricos envolvidos nas situações-problemas, bem como a fala apressada em alguns momentos. Neste sentido, as atividades do Programa Residência Pedagógica se fazem relevantes ao permitir os primeiros erros e incentivar a prática reflexiva.

Quanto à oficina didática, destaca-se como bem sucedida a construção dos experimentos, que aliada ao debate das questões do roteiro experimental, facilitou o estudo dos conceitos relacionados às aplicações do eletromagnetismo. Ao mesmo tempo, a *resolução de problemas* contribuiu para reforçar a assimilação dos conhecimentos referentes a campo magnético, ímãs, eletroímãs e força magnética.

Por fim, considera-se que a imersão no futuro ambiente de trabalho, proporcionada pelas experiências da Residência Pedagógica, foi de grande valia no aprendizado da carreira. Momentos como este permitem a emancipação e a transição da vida estudantil para profissional, processo que se pode comparar a uma metamorfose, de lagarta a borboleta.

REFERÊNCIAS

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; SUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do *PhET*. *Física na Escola*. v. 11, n.1, p. 27-31, 2010. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2019.

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. *Física 3: eletricidade e física moderna*. 3. ed. São Paulo, 2016.

CAPES. *Programa de Residência Pedagógica*. 2018. Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/pt/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>>. Acesso em: 21 out. 2019.

CHICÓRA, T.; CAMARGO, S.; TOPPEL, A. História e filosofia da ciência no ensino de física moderna. In: *XII Congresso Nacional de Educação*. Curitiba, 2015. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22481_9958.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2019.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A.; NASCIMENTO, T. B. *resolução de problemas* no ensino de física baseado numa abordagem investigativa. In: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL159.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

FALZETTA, R. *Residência pedagógica: o que é isso*. 2017. Disponível em: <<https://blogs.oglobo.globo.com/todos-pela-educacao/post/residencia-pedagogica-o-que-e-isso.html>>. Acesso em 20 out. 2019.

FERRACIOLI, L. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, v.16, n.2, p. 180-194, abr. ago. 1999. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6808/6292>> Acesso em: 22 out. 2019.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M.. *Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula*. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: Edufrn, 2012. Disponível em: <<http://ppgect.ufsc.br/files/2012/11/Temas-de-Historia-e-Filosofia-da-Ciencia-no-E ensino.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

GOMES, R. C. S.; GHEDIN, E. O desenvolvimento cognitivo na visão de Jean Piaget e suas implicações a educação científica. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa*. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1092-2.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino*.

MIRANDA, R. M. VANIN, V. R. BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de Mecânica em um curso de Licenciatura em Física. In: *IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/epf/_usodesimulacoesemdiscipl.trabalho.pdf>. Acesso em: 26 out. 2019.

MORAES, R. É possível ser construtivista no ensino de ciências. In: *MORAES, R (Org.). Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*. Canoas, v. 12, n.1, p.139-153, jan./jun. 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/laequi/wpcontent/uploads/2015/03/contribui%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

PARANÁ. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física*. Curitiba: Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2008. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/284293/mod_resource/content/1/Diretrizes%20Curriculares%20da%20Edu%20Basica%20-%20Fisica.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011;

PIRES JÚNIOR, E. O. *A utilização de simulações virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Física*. João Pessoa: UEPB, 2014. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5406/1/PDF%20-%20Ec%C3%ADlio%20Oliveira%20Pires%20J%C3%BAnior.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2019.

QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. *A história da ciência no processo ensino-aprendizagem*. Física na Escola, v. 10, n.1, p. 21-25, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a04>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

RODRIGUES, M. A. T. *Metodologia construtivista no ensino de física para discentes do curso de pedagogia*. (Dissertação de Mestrado). Rio Grande: FURG, 2015. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_marco.pdf >. Acesso em 27 out. 2019.

ROSITO, B. A. *O ensino de ciências e a experimentação*. In: MORAES, R. (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTI, C. B.; SANTOS, R. M.; WEBLER, G. *Material concreto na compreensão dos conceitos matemáticos*. 2010. <>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SANTOMAURO, B. *Como corrigir os erros dos alunos com o objetivo de ajudá-los a avançar*. 2010. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1479/como-corriger-os-erros-dos-alunos-c>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Porto Alegre, v.20, n.1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: <http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Pratica_III/Sere_Coelho_Nunes_O_papel_experimentacao.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

VASCONCELOS, C. O. L.; LEÃO, M. F. *Uso de experimentos com material concreto e simulações PhET no estudo de cinemática na Educação de Jovens e Adultos*. <Revista Tecnologias na Educação>, v. 23, dez. 2017. Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2017/12/Art9-vol.23-Dezembro-2017.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2019.
