

Problematizando o Ensino de Física Sob as Lentes da Inovação Pedagógica e Neurociências

Problematizing Physics Teaching Through the Lens of Pedagogical Innovation and Neurosciences

Anthony Renan Brum Rodrigues^a; Lisete Funari Dias^a; Natali Gonçalves Gomes^a

^aUniversidade Federal Pampa, Programa de Pós-Graduação em Ensino. RS, Brasil.

Resumo

A pesquisa investiga as abordagens didático-metodológicas utilizadas em um curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Federal no sul do Brasil. O objetivo é compreender se essas abordagens didático-metodológicas se ancoram no viés de Inovação Pedagógica e Neurociências. É uma pesquisa de abordagem qualitativa, caracterizando-se, quanto aos objetivos, como exploratória e, quanto aos procedimentos técnicos, de campo. A pesquisa de campo, objetivou investigar possíveis indicadores de inovação pedagógica nos relatos de docentes, discentes e egressos deste curso e, para isso, contou com o envio de um questionário online aos sujeitos da pesquisa; a segunda etapa da pesquisa de campo se refere à análise dos resultados obtidos, a qual foi dividida em dois momentos: o primeiro, é o tratamento dos dados por meio da Análise de Conteúdo; o segundo é a inferência do viés de inovação pedagógica, segundo as assertivas de inovação para a Educação Superior de acordo com Flávia Wagner e Maria Isabel da Cunha, além da inferência neurocientífica sobre as abordagens metodológicas relatadas pelos professores, discentes e egressos. Os resultados foram discutidos a partir da criação de duas categorias temáticas: a prática docente inovadora; a contribuição das Neurociências para o Ensino de Física. O objetivo proposto para a pesquisa foi alcançado, além de destacar alguns fatores limitantes no desenvolvimento do estudo que indicam possibilidades futuras para a pesquisa. O estudo verificou que as abordagens didático-metodológicas do curso de Licenciatura em Física caminham no horizonte da Inovação e podem ser aprimoradas por meio do conhecimento neurocientífico.

Palavras-chave: Licenciatura em Física. Assertivas de Inovação. Abordagens Metodológicas.

Abstract

The research investigates the didactic-methodological approaches used in a Physics degree course at a Federal University in southern Brazil. The aim is to understand whether these didactic-methodological approaches are anchored in Pedagogical Innovation and Neurosciences. This is a qualitative study, characterized in terms of its objectives as exploratory and in terms of its technical procedures as field research. The aim of the field research was to investigate possible indicators of pedagogical innovation in the reports of professors, students and graduates of this course and, to this end, an online questionnaire was sent to the research subjects; the second stage of the field research refers to the analysis of the results obtained, which was divided into two stages: the first is the treatment of data through Content Analysis; the second is the inference of the pedagogical innovation bias, according to the assertions of innovation for Higher Education according to Flávia Wagner and Maria Isabel da Cunha, in addition to the neuroscientific inference about the methodological approaches reported by professors, students and graduates. The results were discussed based on the creation of two thematic categories: innovative teaching practice and the contribution of neuroscience to physics teaching. The objective proposed for the research was achieved, as well as highlighting some limiting factors in the development of the study that indicate future possibilities for the research. The study found that the didactic-methodological approaches of the Physics degree course are on the horizon of innovation and can be improved through neuroscientific knowledge.

Keywords: Degree in Physics. Innovation Assertions. Methodological Approaches.

1 Introdução

Nos últimos anos, inúmeros trabalhos científicos têm se debruçado acerca da temática de evasão no ensino superior – atualmente sendo um campo teórico dentro das pesquisas em ensino (Heidemann; Giongo; Moraes, 2020; Heidemann; Espinosa, 2020). Tais trabalhos pontuam, ainda, que os cursos de graduação em Física, – sobretudo, as licenciaturas – além de pouca procura, possuem altos índices de evasão (Heidemann; Giongo; Moraes, 2020; Heidemann; Espinosa, 2020).

Ressalta-se, contudo, que a temática da evasão não é o foco e nem a intencionalidade da pesquisa, mas as problemáticas que envolvem as falhas didático-metodológicas no/do Ensino

de Física perpassam e são perpassadas por esse tema. Moreira (2018) explica que um dos problemas relativos às falhas no ensino de física na Educação Superior está relacionado à adoção de metodologias tradicionais de ensino-aprendizagem; e, por mais que a pesquisa na área do Ensino de Física no Brasil possua uma vasta e sólida história, sendo, até mesmo, reconhecida internacionalmente – seja pela qualidade dessas pesquisas, seja por seus pesquisadores –, em contradição a esse fato, esse mesmo ensino se encontra em crise no Brasil (Moreira, 2018).

No que diz respeito ao ensino de Física na Educação Superior, Moreira (2018) aponta para duas problemáticas: a primeira delas envolvendo a forma como os conteúdos são

desenvolvidos nos componentes curriculares, sendo, segundo ele, desenvolvidos “da maneira mais tradicional possível” (Moreira, 2018, p. 73), sendo esses centrados no “docente e na memorização de fórmulas a serem aplicadas na resolução de problemas conhecidos” (Moreira, 2018, p. 74).

O segundo apontamento discute acerca da não participação dos professores de Física da Educação Básica nas pesquisas em Ensino de sua área. Moreira (2018) critica o desenvolvimento dessas pesquisas: de acordo com ele, os resultados delas são destinados apenas aos pesquisadores e seus pares, não corroborando de modo direto com o aprimoramento da prática pedagógica em sala de aula.

A principal questão, em torno disso, diz respeito às problemáticas que envolvem o modelo tradicional de produzir pesquisa e conduzir metodologicamente, o ensino de Física, as quais acabam por influenciar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes (Moreira, 2018). Assim, intencionando superar esses desafios pedagógicos, diversos docentes acabam adotando meios que possibilitem aprimorar o fazer pedagógico e inovar, pedagogicamente, em sala de aula. Mas o que significa inovar em sala de aula? Para Freire (2007) significa romper com o paradigma epistemológico tradicional que engessa o ensino e vê o estudante como um depósito de ideias pré-estabelecidas.

Para melhor discutir acerca dos conceitos de inovações pedagógicas, os pesquisadores do presente estudo percebem a pertinência de adotar o viés de inovação pedagógica postulado por Cunha (2008; 2018), Singer (2015), Carbonell (2002; 2016), Wagner e Cunha (2019) e Cardoso (2005). Para melhor conduzir a perspectiva de inovação pedagógica adotada neste estudo, utilizamos esse conceito como uma lente que compreende múltiplas visões de algo (estratégias, métodos, instrumentos, ideias, ações etc.), não se limitando apenas à utilização de recursos tecnológicos ou práticas didático-metodológicas, ou, ainda, a realização de algo inédito.

Ao contrário do que parece, a inovação pedagógica vem para alterar certezas e produzir dúvidas, visto que são essas dúvidas que desestabilizarão o pensamento de reprodução, instaurando, em seu lugar, a inquietação (Leite; Genro; Braga, 2011). A inovação pedagógica é um processo que se constrói por meio do intercâmbio de perspectivas entre os sujeitos, desenvolvendo a integralidade da dimensão biopsicossocial, englobando as dimensões intelectual, social, afetiva, biológica e simbólica deles (Cunha, 2008; Singer, 2015; Carbonell, 2016).

E é dentro dessa perspectiva acerca da dimensão biopsicossocial que as neurociências (no plural, visto que são muitas: cognitiva, comportamental, fisiológica, anatômica etc.) perpassam o viés educacional, possibilitando compreender aspectos que envolvem o processo de aprendizagem, emergindo como uma alternativa de repensar estratégias de ensino e impulsionar a prática pedagógica para o melhor funcionamento cerebral, focando, desse modo, no

processo de aprendizagem (Lent, 2010; Cosenza; Guerra, 2011; Amaral; Guerra, 2020).

É importante ressaltar que as neurociências não possuem o intuito de propor uma nova metodologia, nem solucionar os problemas de aprendizagem. O principal suporte que elas trazem à educação está na fundamentação de práticas pedagógicas que já se realizam com êxito, demonstrando, sobretudo, que “estratégias de ensino que respeitam a forma como o cérebro aprende tendem a ser mais eficientes” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 146). Dessa forma, verifica-se que a intenção das neurociências na educação está na compreensão dos aspectos neurobiológicos da aprendizagem e no fortalecimento do papel de mediação dos educadores, e dos educandos entre si (Cosenza; Guerra, 2011; Vygotsky, 2015).

Tendo em vista o contexto trazido, o presente estudo objetivou compreender se as abordagens didático-metodológicas utilizadas pelo curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Federal no sul do Brasil se ancoram no viés de Inovação Pedagógica e Neurociências.

2 Material e Métodos

O presente estudo é caracterizado por ser uma pesquisa de abordagem qualitativa, exploratória e de campo (Gil, 2002). A pesquisa se desenvolveu do seguinte modo: Envio online de um questionário, via Google Forms™, contendo questões estruturadas para os docentes do curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Federal no sul do Brasil; envio das questões para os egressos e discentes, que estão matriculados na mesma instituição, pelo WhatsApp™, assim como retorno das respostas, sendo que alguns professores manifestaram interesse em responder desse último modo.

Tanto o formulário online recebido pelos professores, quanto a mensagem de contato via WhatsApp™ possuíam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) o qual explica as intencionalidades da pesquisa e, se houvesse manifestação de interesse em participar da pesquisa, a entrevista prosseguiria. O projeto está cadastrado na Plataforma Brasil envolvendo pesquisas com seres humanos, com número de CCAE 68642817.9.0000.5323.

As questões intencionavam verificar as percepções de ambos os participantes sobre inovação pedagógica e neurociências no que se refere às abordagens metodológicas utilizadas e levaram em conta as categorias temáticas de análise da inovação pedagógica propostas por Cunha (2018), bem como as assertivas desse processo inovador (Wagner; Cunha, 2019). Desse modo, as respostas foram fechadas e analisadas a partir da técnica de Análise de Conteúdo (Bardin, 2020).

Após a leitura e transcrição do material, houve a separação do material em códigos para Análise de Conteúdo: Questionário online enviado aos professores com oito questões (Q_pO); Questionário com duas questões abrangentes enviado

aos professores por WhatsApp™ (Q_pW); Questionário com duas questões enviado aos discentes (Q_dW); Questionário com duas questões enviado aos egressos (Q_eW) (Bardin, 2020).

No processo de separação do material selecionado para a análise, realizou-se, novamente, uma leitura fluente a fim de elaborar a codificação dos sujeitos de pesquisa: 4 Professores; 5 Discentes; 3 Egressos, sendo que cada professor, discente ou egresso foram representados por um numeral. Exemplo: P1 (professor 1), P2 (professor 2) etc.; D1 (discente 1), D2 (discente 2) etc.; E1 (egresso 1), E2 (egresso 2) etc. E, assim, sendo numerados sucessivamente (Bardin, 2020).

Tendo o exposto em mente, cada código foi acrescido

de um número representando a que questão àquela resposta pertence. Por exemplo, Q_pO1_P1 significa questionário online enviado ao professor 1.

Na intenção de facilitar a codificação e a construção das categorias temáticas, foram elaboradas subquestões de pesquisa codificadas, a exemplo de (SubQ2), as quais estão relacionadas à questão central de pesquisa, assim como seus respectivos códigos.

Por meio das subquestões foram identificadas as unidades de registro, e, assim, iniciou-se o processo de categorização inicial. O Quadro 1 demonstra o processo de categorização inicial resumidamente.

Quadro 1 - Exemplo do processo de categorização de campo

| Código Corpus | Unidade de registro | Palavra-chave | Interpretação | Código da categoria inicial (resposta à subquestão) | Categoria inicial |
|----------------------|---|-----------------------------------|--|---|---|
| Q _p O1_P1 | Ideias novas que promovam o engajamento dos estudantes | Engajamento discente | Os docentes demonstraram ter conhecimento a respeito de conceitos importantes da inovação pedagógica. | SubQ2 | Práticas pedagógicas inovadoras |
| Q _d W1_D1 | Articulação entre neurociência e inovação pedagógica | Neuroeducação | O discente demonstrou ter conhecimento acerca de conceitos importantes da inovação pedagógica e neurociência | SubQ5; SubQ6 | Práticas pedagógicas inovadoras / Neurociência e educação |
| Q _e W1_E3 | Inovação pedagógica nas abordagens didático-metodológicas | Prática pedagógica potencializada | O relato do egresso demonstrou ter alguns indícios acerca de inovação pedagógica e/ou neurociências. | SubQ7; SubQ9 | Práticas pedagógicas inovadoras |

Fonte: baseado em Bardin (2020).

Com a categorização inicial evidenciada, um novo agrupamento possibilitou a criação das categorias finais, sendo elas: (1) Os desafios da prática docente no ensino de física sob as lentes da inovação pedagógica; (2) Contribuições à aprendizagem: neurociências, ensino de física e inovação pedagógica.

Para a inferência do viés de inovação pedagógica, utilizou-se dos oito indicadores de inovação pedagógica na educação superior propostos por Wagner e Cunha (2019): (1) O conceito de inovação pedagógica pressupõe referenciais; (2) A inovação é estimulada pelos cenários emergentes; (3) A inovação requer mudanças epistemológicas; (4) A inovação pedagógica assume o protagonismo do sujeito; (5) A inovação conta com a reconfiguração de saberes; (6) As tecnologias da informação podem favorecer a inovação; (7) A inovação pressupõe planejamento e avaliação; (8) As tendências de inovação curricular.

Esses indicadores, ou assertivas, são entendidos como mecanismos de transformação para propostas curriculares, aperfeiçoamento de práticas de ensino-aprendizagem, bem como propulsores de mudanças atitudinais e intelectuais dos sujeitos envolvidos nesses processos (Wagner; Cunha, 2019).

3 Resultados e Discussão

3.1 Os desafios da prática docente no ensino de física sob as lentes da inovação pedagógica

A formação docente universitária é objeto de estudos há certo tempo e prenuncia a necessidade de análises constantes a respeito de sua configuração e práticas (Cunha, 2008). A respeito dos cursos de graduação em Física, muito se discorre em torno da reestruturação curricular desta licenciatura, com vistas a repensar, sobretudo, a formação docente (Massoni; Bruckmann; Alves-Brito, 2020).

De acordo com Silva (2019), nos últimos 20 anos, a maior parte dos estudos que abordam a temática de prática docente apontam para a necessidade de se repensar a formação inicial de professores; denunciando, principalmente, dois pontos: (1) abordagens didático-metodológicas de caráter tecnicista que, ainda, estariam impregnadas nas universidades – as quais comprometem futuros docentes, visto que a maioria dessas práticas vão na contramão dos avanços pedagógicos da área; (2) a desconexão dos cursos de licenciatura com a prática docente, dando vistas ao afastamento do binômio universidade-escola, além da análise de aspectos jurídicos que exercem influência sobre a formação inicial em si (Silva, 2019). Isso tudo é balizado, ainda, pelo déficit de professores

de física, o que se torna uma variável considerável para possíveis inovações na área – e tal problema permanece, todavia, sem solução direta à vista (Silva, 2019).

Tendo em mente o explicitado, pontua-se que a maior parte das questões as quais estruturaram o questionário enviado a docentes, discentes e egressos buscava, entre outros aspectos, compreender a prática docente em um contexto inovador, indo desde aqueles que estavam iniciando sua caminhada acadêmico-profissional até aqueles que já estavam em atuação há algum tempo.

Verificou-se, assim, que, dos quatro professores que responderam, dois nunca tiveram contato com uma prática docente que eles pudessem verificar traços de inovação pedagógica, seja na graduação ou durante o mestrado/doutorado, como é visto na resposta à questão Q_pO6, na qual os professores afirmam que “Como estudante, as minhas aulas foram sempre bem tradicionais” (P1); “Minhas aulas desde a Educação Básica ao Doutorado foram extremamente tradicionais” (P2).

Isso possibilita uma reflexão acerca de como se pode desenvolver medidas e/ou estratégias que possibilitem a construção de uma prática docente, desde a graduação, em um viés de inovação pedagógica, estabelecendo rupturas com a forma tradicional de se ensinar física. Silva (2019) coloca que um dos grandes desafios nos cursos de Licenciatura em Física é, justamente, tratar as componentes curriculares de formação de professores como secundárias, dando grande importância às componentes curriculares de Física propriamente dita, esquecendo-se do princípio dos cursos de Licenciatura que é formar professores.

O autor explica que os cursos de Licenciatura em Física vêm formando bacharéis em Física, isto é, ainda que o curso seja uma licenciatura, o viés adotado é de bacharelado, ofertando, contudo, o que o autor chama de “complementação pedagógica” (Silva, 2019, p. 7). Dentre outros fatores que culminam nisso, está a desconexão entre as componentes curriculares didático-pedagógicas com as demais. E, ao analisar as decorrências desse problema, Silva (2019) percebe que duas diferentes perspectivas objetivam tirlin-lo. Resumidamente, a primeira delas diz respeito à existência de problemas com o próprio conteúdo dos componentes, estando relacionado à formação inicial de modo direto; já a outra, busca compreender as razões pelas quais os efeitos negativos do viés tecnicista ainda são propagados nas e pelas universidades e, conseqüentemente, nos e pelos licenciados (Silva, 2019).

É válido, contudo, ressaltar que esse esforço empreendido em tais pesquisas, para que haja avanço na compreensão da relação existente entre formação inicial e prática docente, não se confunda com um processo de culpabilização; isto é, torna-se necessário buscar entender com vistas a melhorar o processo de ensino-aprendizagem e o próprio aperfeiçoamento da prática docente; não apenas apontar erros infundados na intenção de justificar medidas descabidas que surgem como

pano de fundo para salvar o processo didático-pedagógico (Silva, 2019). É preciso, acima de tudo, segundo o autor, adotar medidas crítico-reflexivas que busquem observar os resultados para melhorar a prática docente – aperfeiçoando cada acerto, melhorando a cada erro.

Indo ao encontro disso, na questão Q_pO3, os professores puderam destacar:

Como profissional, considero que tenho um perfil inquieto, que em todo semestre tenta mudar, implemento novas ideias. [...] Após mais de dez anos na docência, posso dizer que as minhas aulas atuais são muito diferentes das minhas primeiras aulas, ainda que feitas com mudanças pequenas de um semestre para o outro. Não sei se são inovadoras, mas acredito que tenho conseguido criar ferramentas diversificadas para a minha prática docente (P1).

A própria “aula expositiva” e/ou “resolução de problemas” quando organizado de maneira que os estudantes precisam responder perguntas, solucionar desafios ou relacionar o conteúdo com algum problema prático/aplicação. Já percebi diversas vezes que apesar dessas aulas serem “tradicionais”, elas não foram “mecânicas”, pois os estudantes participaram ativamente em sala de aula, discutindo os assuntos propostos, tirando dúvidas. Num contexto de “apatia educacional”, considero essas experiências inovadoras (P2).

Como visto, é evidente que a reflexão sobre a própria prática docente é presente na rotina pedagógica desses professores, sempre com vistas a melhorá-la e aperfeiçoar o fazer didático-pedagógico. Segundo Wagner e Cunha (2019), a reflexão da própria prática docente requer mais do que apenas um reagrupamento de condições materiais/estruturais, implica, sobretudo, em uma “intensa reflexão e postura diante do conhecimento” (p. 6).

Ainda sobre a questão Q_pO3, um dos professores destacou: “Percebi que turma estava presa aos roteiros de laboratório. Antes de partir para a etapa de investigação, organizei um estudo dirigido que viabilizou a discussão de conceitos físicos, a coleta e interpretação” (P2). Um dos pontos-chave da inovação enquanto ruptura paradigmática, está na importância de analisar a inovação em sua complexidade territorial e temporal (Cunha, 2008; Wagner; Cunha, 2019). A inovação pedagógica com vistas à reflexão profunda da prática docente pressupõe um acompanhamento que possibilite a tomada de decisões durante o processo, ou seja, analisando alternativas de rotas possíveis por meio da flexibilidade de estratégias, mesmo que os objetivos primordiais sejam mantidos (Wagner; Cunha, 2019).

Na questão Q_pO5, o professor P1 respondeu que “Pontualmente, com certeza, é bastante comum que os estudantes venham demonstrar as suas satisfações com atividades diferentes que proponho”. E nisso ele destacou algumas atividades, tais como: produção de vídeos por parte dos discentes; jogos de perguntas e respostas; listas de exercícios como recuperação; criação de protótipos para a contextualização e discussão teórica de temas da Física – a exemplo desse último item, o professor P1 cita “foguetes de garrafa PET, monocórdio, motor de tirlin, catapulta de colher, entre outros”; e por fim, ele menciona jogos de

tabuleiro. Esse ponto, vai ao encontro da resposta do discente D5 para a questão Q_DW2:

Sim, vale citar algumas práticas que foram bem significativas para o meu aprendizado. Foi quando a matéria foi apresentada na forma de jogos onde a gente aprendia, dependendo dos jogos, a gente aplicava o conhecimento ou aprendíamos durante o jogo (D5)

Dentro dessas respostas, é possível ressaltar três aspectos importantes da inovação pedagógica. O primeiro deles é pontuar que a inovação pedagógica em viés didático-metodológico requer, também, mudanças em aspectos afetivos, emocionais e de caráter colaborativo, sobretudo, processos de ensino-aprendizagem colaborativos, isso implica na reflexão sobre as capacidades de trabalho coletivo, “na construção de climas construtivos de convivência e aprendizagem, de humildade na partilha e de habilidade de prever e superar resistências” (Wagner; Cunha, 2019, p. 7).

Wagner e Cunha (2019) lembram que, para estimular tais condições nos discentes, é preciso que a inovação considere a dimensão pessoal ou biográfica do docente, visto que pôr em prática tal aspecto implica na disposição do docente em querer mudar. Cardoso (2005) postula que, a boa receptividade do professor à inovação pedagógica é fundamental para o sucesso dessa prática, pois ela possibilitará a reflexão profunda que se precisa para seu aperfeiçoamento.

O segundo aspecto é que o docente não proponha um projeto inovador como um novo tipo de metodologia, mas, que ele reconstrua a sua prática por meio da demanda que seu contexto de atuação requer (Wagner; Cunha, 2019). Esse ponto fica ainda mais evidente na questão Q_pO2, onde o docente P1 traz:

Difícil isolar uma única prática, até por que, muitas das inovações se caracterizam como tais quando colocadas em um contexto. Por exemplo, considero a “sala de aula invertida” uma inovação interessante, porém, de difícil implementação, pois não depende somente da boa vontade e preparo do professor. Depende de uma formatação curricular adequada, uma implementação cultural na forma de como os estudantes lidam com os seus estudos, de uma estrutura da universidade que envolve não só a sala de aula, mas também o material de suporte e para as atividades fora da sala de aula, como laboratórios de informática (P1).

Dessa forma, chega-se ao entendimento de que as práticas didático-metodológicas propostas por alguns professores do curso de física compreendem assertivas importantes da inovação pedagógica, as quais se evidenciam ao longo do texto. E buscam, de várias formas, possibilitar aos estudantes uma prática pedagógica diferenciada, convidando-os, também, a ter a possibilidade de inovar pedagogicamente em sua prática enquanto futuros professores. Silva (2019) ressalta essa importância devido à necessidade de se formar professores de física aptos, sobretudo, a inovar o processo de ensino-aprendizagem da física, a fim de se romper com o paradigma tradicional.

3.2 Contribuições à aprendizagem: neurociências, ensino de física e inovação pedagógica

É pertinente começar pontuando o que é a aprendizagem do ponto de vista neurocientífico, a fim de se entender o que acontece no cérebro quando se aprende. A aprendizagem, neurobiologicamente, ocorre a partir da reorganização de sinapses, circuitos e de redes neuronais, as quais se interconectam e se distribuem por todo o cérebro, promovendo e envolvendo, por assim dizer, o desenvolvimento das funções mentais, a exemplo: atenção, emoção, motivação, memória, linguagem, raciocínio etc. (Amaral; Guerra, 2020).

Essas funções mentais são impulsionadas e aprimoradas por meio das estratégias pedagógicas utilizadas pelos educadores dentro dos processos de ensino-aprendizagem, condicionando, assim, à reorganização do sistema nervoso, o que possibilita a aprendizagem de novos conhecimentos, habilidades e atitudes (Amaral; Guerra, 2020). Assim, é possível afirmar que o cérebro é o órgão responsável pela aprendizagem (Lent, 2010; Cosenza; Guerra, 2011; Amaral; Guerra, 2020).

Embora não seja de conhecimento comum, para Amaral e Guerra (2020), os professores e os pais atuam como agentes ativos nessas mudanças que ocorrem no cérebro, as quais levam ao processo de aprendizagem; seja por meio do ambiente físico propício, dos estímulos, das interações sociais, dos modelos e valores que o cérebro processa no estudante. Mesmo assim, segundo elas, os professores conhecem pouco sobre o funcionamento cerebral – por isso se faz tão necessário o diálogo entre as neurociências e a educação, cuja ponte é a aprendizagem.

Como abordado anteriormente, é compreendendo a dimensão biopsicossocial da educação que se entende o exato contexto em que a neurociência perpassa o viés educacional, uma vez que é assumindo a visão de integralidade da formação educacional (biológica, psicológica e social) dos seres humanos que a neurociência emerge como uma possibilidade de repensar as estratégias de ensino, a fim de fomentar a prática pedagógica com vistas ao funcionamento cerebral para, assim, o processo de ensino-aprendizagem ser aprimorado (Cosenza; Guerra, 2011; Amaral; Guerra, 2020). Assim, Amaral e Guerra (2020, p.38) complementam:

Saber como aprendemos, conhecer as funções mentais envolvidas na aprendizagem, os períodos receptivos, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as potencialidades e as limitações do sistema nervoso, as dificuldades para a aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas pode contribuir, de forma significativa, para a compreensão de um conjunto de questões relativas ao cotidiano escolar (Amaral; Guerra, 2020, p. 38).

Tendo isso em mente, as autoras supracitadas verificam que o conhecimento neurocientífico pode contribuir para todos os agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, e pontuam que isso possibilita ao professor ganhar mais confiança, autonomia e criatividade na elaboração de

atividades pedagógicas, podendo compreender ainda mais o seu papel enquanto mediador da aprendizagem, promovendo, desse modo, a valorização do vínculo com seus discentes (Amaral; Guerra, 2020).

As autoras pontuam que, ciente de seu papel, o professor pode escolher práticas pedagógicas mais eficientes, as quais respeitem regras básicas de funcionamento do cérebro, exercitando, por exemplo, a autorregulação desse processo e desenvolvendo a metacognição que o auxiliará no aprender a aprender. Já os pais, segundo as autoras, por reconhecerem a relevância de sua participação no desenvolvimento de seus filhos, podem favorecer ambientes mais benéficos para a aprendizagem, estabelecendo maiores oportunidades, atividades, valores e o apoio afetivo sempre que necessário.

Desse modo, a partir do discorrido, salienta-se que as questões que envolviam neurociência e educação/inação pedagógica, foram elaboradas a fim de possibilitar aos sujeitos da pesquisa discutirem sobre como eles percebem esse diálogo, bem como, as possibilidades práticas do mesmo dentro do ensino da física como um todo. Assim, na questão Q_pO7, a qual investiga saber se as práticas de ensino-aprendizagem que consideram o funcionamento cognitivo cerebral seriam inovadoras segundo os professores, um deles respondeu:

Com certeza. É desse tipo de referencial teórico que sinto falta. Não sei exatamente como se processa a aquisição de conhecimento, como fazer com que o cérebro melhore na memorização e na resolução de problemas por meio de um raciocínio lógico. [...] (P1).

Em sua resposta, o professor P1 expressa necessidade de se ter um referencial teórico de neurociências para basear as práticas pedagógicas desenvolvidas, por ele, em sala de aula. Em continuidade à resposta para essa questão, o professor P1 diz: “Certamente, se soubesse mais sobre o funcionamento do cérebro, conseguiria criar atividades mais eficientes e direcionadas para um real desenvolvimento intelectual dos estudantes.” Essa afirmação diz muito sobre como o entendimento da articulação neurociência e educação é visto do ponto de vista docente, isto é, o embasamento neurocientífico das práticas que são desenvolvidas pelos professores na sala de aula.

Ao encontro disso, na questão Q_pO8 – que procura saber se, na visão dos docentes, compreender como o cérebro aprende ajudaria, de alguma forma, o planejamento de atividades didático-metodológicas e os discentes em seu processo de ensino-aprendizagem – um dos professores respondeu:

Sim, pois viabilizariam um planejamento mais adequado e individualizado para os estudantes, levando em conta vários fatores que hoje são desconsiderados (processo de aprendizagem de cada indivíduo, a importância do sono/descanso para o processo de aprendizagem, o tempo de concentração de crianças, jovens e adultos etc. (P2).

Cosenza e Guerra (2011) ponderam para o quanto a neurociência pode auxiliar na compreensão do processo de ensino-aprendizagem, e, atualmente, sabe-se que que a

sustentação teórica, com base nas neurociências, das práticas didático-metodológicas e pedagógicas desenvolvidas dentro da sala de aula é um dos grandes desafios que a “neuroeducação” (Tokuhamas-Espinosa, 2010) vem abordando e desenvolvendo nos últimos anos (Brandão; Caliatto, 2019).

As neurociências, em si, são uma área multidisciplinar. A adequação à terminologia neuroeducação, trazida por Tokuhamas-Espinosa (2010) diz respeito à interlocução formada pelas pontes de diálogos estabelecidas entre neurociência, psicologia e pedagogia, e o que isso implica para a compreensão e desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. O processo de ensino-aprendizagem está no cerne da neuroeducação, sendo considerado o ponto de diálogo entre as áreas que se articulam, conferindo-lhe não apenas a incumbência de investigar tal processo, como de explicar os diferentes graus de complexidades neuronais atrelados (Brandão; Caliatto, 2019).

Em sua resposta à questão Q_DW1, o discente D1, complementa o exposto: “Sendo assim, ao entender melhor como o cérebro aprende e processa informações, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem mais favoráveis e desenvolver abordagens de ensino que sejam mais efetivas”. Ainda, em resposta à pergunta Q_pW₂, um dos docentes, enfatiza:

Sim, a neurociência cognitiva nos mostra que a atenção, a memória, a emoção e a socialização, por exemplo, estão relacionadas à aprendizagem, e que esta modifica a eficiência das estruturas sinápticas; novas e variadas experiências do sujeito o tornam mais apto para atuar no ambiente, e mais adaptável às mudanças sociais, tecnológicas, etc. (P4).

E, trazendo essa discussão, especificamente, para o campo teórico do ensino de física, Brockington (2021) aponta dois pontos importantes que a neuroeducação traz para o campo teórico em questão. O primeiro deles diz respeito à interpretação física do mundo, isto é, a capacidade dos seres humanos em processar conceitos matemáticos abstratos presentes na natureza, e para além disso, a capacidade de representar simbolicamente os números dentro desse universo enquanto se realizam cálculos matemáticos (Brockington, 2021). Segundo o autor, a compreensão dada pela neuroeducação para o entendimento acerca das regiões cerebrais envolvidas, bem como os mecanismos psicológicos que sustentam tal capacidade, é um dos pilares da importância da área dentro do campo teórico do ensino de física.

Brevemente, ainda sobre esse primeiro ponto, Brockington (2021) traz como exemplo a Teoria do Senso Numérico proposta por Tobias Dantzig (1884-1956), a qual trata a respeito da habilidade inata dos seres humanos em compreender, manusear e entender pequenas quantidades, e que tal habilidade, somada às demais funções cognitivas e processos educacionais, possibilita aos indivíduos perceber e construir proposições matemáticas mais complexas (Brockington, 2021). A partir dos avanços da neuroimagem, essa teoria ganhou mais aceitação no meio científico, o que

possibilitou verificar que esse “senso numérico” estaria presente já em bebês de 3 a 14 meses, ainda em fase pré-verbal, além de outras espécies, tais como macacos, ratos e pombos – indicando que não se trata de um aspecto construído por meio do processo de ensino-aprendizagem ou pela própria cultura, mas que, posteriormente, possa ser interpelado e/ou potencializado por diferentes estímulos ambientais (Brockington, 2021). Um exemplo a esse aspecto é em relação à noção básica de proporcionalidade, isto é, bebês de 3 a 14 meses tendem a distinguir aquilo que pode caber em sua boca e que eles conseguem usar sua motricidade para erguer e levar até à boca, daquilo que não cabe e que eles direcionam seu corpo/sua boca em relação ao objeto.

O segundo ponto apresentado por Brockington (2021) discorre acerca das mudanças na atividade cerebral por meio da exposição aos conteúdos da Física, isto é, as reações neurofisiológicas do cérebro relativas ao processamento das informações do conteúdo – tais como áreas ativadas nos córtex, períodos de maior frequência de atividade neuronal etc., durante o processo de ensino-aprendizagem de física. Assim, o autor apresenta quatro conceitos fundamentais classificadores que possibilitam entender o funcionamento cerebral durante o aprendizado de conceitos físicos: (1) movimento causal; (2) periodicidade; (3) fluxo de energia; (4) representações algébricas.

Assim, resumidamente, o movimento causal diz respeito ao ensino de mecânica, e ativa áreas neuronais associadas à visualização de objetos em movimento e ao processamento de relações causais (tal como a junção occipital-temporal-parietal esquerda) (Brockington, 2021); a periodicidade representa, de acordo com o autor, conceitos de ondulatória, e ativa áreas no cérebro que estão associadas à percepção de fenômenos periódicos e eventos temporalmente regulares (como giro parietal superior bilateral, sulco pós-central esquerdo etc.); o fluxo de energia trata sobre os conceitos de eletricidade e termodinâmica, e ativa áreas do cérebro que envolvem a associação entre visualização abstrata e concreta, assim como áreas da linguagem que decodificam tais associações (sendo elas, sulco intraparietal esquerdo, sulco pré-central esquerdo etc.) (Brockington, 2021); e as representações algébricas se referem aos conceitos de velocidade, aceleração e transferência de calor, o que, segundo o autor, possuem forte associação com equações e, largamente, difundidos (Brockington, 2021).

Todavia, cabe ressaltar um outro ponto não levantado pelo autor e que é bastante pertinente à neurociência aplicada ao ensino de física: a explicação de conceitos físicos por meio de uma articulação interdisciplinar com a neurociência – a exemplo disso, tem-se o processo físico envolvido nas sinapses, que são impulsos elétricos produzidos pelos próprios neurônios e envolve alguns conceitos físicos, tais como a Lei de Ohm.

Por fim, é sempre válido lembrar o que Cosenza e Guerra (2011) pontuam acerca do papel das neurociências aplicada à educação: elas não possuem a intencionalidade

de propor um novo tipo de metodologia, tampouco visam solucionar dificuldades de aprendizagem. As neurociências dão à educação, principalmente, suporte na fundamentação de práticas didático-metodológicas e pedagógicas que já estão sendo exitosas, pretendendo, acima de tudo, demonstrar que “estratégias de ensino que respeitam a forma como o cérebro funciona tendem a ser mais eficientes” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 146).

Finalmente, tratando-se de inovação pedagógica, práticas didático-metodológicas e pedagógicas que consideram essa perspectiva, por assim dizer, já indicam uma assertiva de inovação pedagógica, visto que centram o estudante no processo de ensino-aprendizagem e trazem uma perspectiva diferente para configurar a disposição das aulas, auxiliando na ruptura paradigmática e, como mencionado nos capítulos anteriores, promovem aspectos importantes na reconfiguração dos saberes de docentes e discentes (Cunha, 2018; Wagner; Cunha, 2019).

4 Conclusão

Com o discutido, verificou-se que o principal objetivo do estudo fora alcançado, isto é, foram compreendidas as abordagens didático-metodológicas presentes no curso de Licenciatura em Física investigado.

Percebeu-se que essas alternativas didático-metodológicas e pedagógicas, vão ao encontro de uma perspectiva inovadora ao ensino de física, pois, como evidenciado, corroboram para um processo de ensino-aprendizagem que considera aspectos importantes das assertivas de inovação, promovendo práticas não-tradicionais de ensinar e de aprender.

Além disso, foi discutido como a neuroeducação perpassa o ensino de Física, e o quanto importante é a discussão a respeito da formação de professores com viés inovador nessa área, dadas as atuais circunstâncias que o ensino da física requer – além de que práticas didático-metodológicas e pedagógicas embasadas em aspectos fundamentais do funcionamento neurocognitivo podem se tornar um diferencial na formação de educadores que se preocupam com o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

É necessário, contudo, ressaltar que houve algumas limitações encontradas na realização do presente trabalho, tais como o mediano número de docentes que se propuseram a querer responder o questionário online, visto que, de oito professores contatados, apenas quatro se propuseram a responder – dois deles apenas mediante mensagem individual via WhatsApp™. Muitos fatores podem estar atrelados a esse interesse mediano e cabe a estudos posteriores averiguar com maior amplitude sobre a questão.

Por fim, evidencia-se a necessidade de continuidade do estudo, bem como se espera que ele colabore de maneira efetiva para futuras investigações acerca das temáticas aqui abordadas, intencionando difundir e aproximar as ideias da neuroeducação das propostas educacionais da inovação pedagógica, com vistas ao aprimoramento do fazer

pedagógica docente e da construção de um ensino de física inovador e comprometido com a ruptura paradigmática da educação, permitindo, por sua vez, uma formação integral aos estudantes.

Referenciais bibliográficos

AMARAL, A.L.N.; GUERRA, L.B. Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem. Brasília: SESI/DN, 2020.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2020.

BROCKINGTON, G. Neurociência e ensino de física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. Rev. Bras. Ens. Fís., v.43, 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0430>.

CARBONELL, J. A aventura de inovar: a mudança na escola. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

CARBONELL, J. Pedagogias do século XXI: bases para a inovação Educativa. Porto Alegre: Penso, 2016.

CARDOSO, Ana Paula. As atitudes do professor e sua participação na mudança. Rev. Port. Pedag., v.39, n.2, 2005.

COSENZA, R.M.; GUERRA, L.B. Neurociência e educação: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CUNHA, M.I. Inovações pedagógicas: o desafio da reconfiguração de saberes na docência universitária. São Paulo: USP, 2008.

CUNHA, M.I. Prática pedagógica e inovação: experiências em foco. In: MELLO, E.M.B. et al. Anais do Seminário Inovação Pedagógica: “repensando estratégias de formação acadêmico-profissional em diálogo entre Educação Básica e Educação Superior”. Uruguaiana: Unipampa, 2018.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HEIDEMANN, L.A.; ESPINOSA, T. A evasão nos cursos de graduação: como entender o problema? Rev Educar Mais, v.4, n.3,

2020. doi: <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.1939>.

HEIDEMANN, L.A.; GIONGO, S.L.; MORAES, K.R.M. Evadir ou persistir? Uma disciplina introdutória centrada no fomento à persistência nos cursos de licenciatura em física. Rev. Bras. Ens. Ciênc. Matem., v.3, n.1, 2020. doi: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i1.10091>.

LEITE, D.; GENRO, M.E.H.; BRAGA, A.M.S. Inovações pedagógicas e demandas ao docente na universidade. In: LEITE, D.; GENRO, M.E.H.; BRAGA, A.M.S. Inovação e pedagogia universitária. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2011. p.19-39.

LENT, R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2010.

MASSONI, N.T.; BRUCKMANN, M.E.; ALVES-BRITO, A. A reestruturação curricular do curso de Licenciatura em Física da UFRGS: construção de novas identidades na formação docente inicial do século XXI. Rev. Educar Mais, v.4, n.3, 2020. doi: <https://doi.org/10.15536/reducarmais.4.2020.1952>.

MOREIRA, M.A. Uma análise crítica do ensino de física. Est. Avançados, v.32, n.4, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.

SILVA, E.S. ENEM, prática docente e metodologias ativas: uma equação que não fecha. Cad. Bras. Ens. Fís., v.36, n.1, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p55>.

SINGER, H. A inovação que vale a pena começa nas pessoas, diz Helena Singer, assessora especial do MEC. Entrevista cedida à Fundação Telefônica Vivo. Fundação Telefônica Vivo, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3yTRdHt>. Acesso em 11 jul. 2023.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. The new science of teaching and learning: using the best of mind, brain and education science in the classroom. Nova York: Teacher's College Press, 2010.

VYGOTSKY, L. Semionovitch. A formação social da mente: a formação dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

WAGNER, F.; CUNHA, M.Is. Oito assertivas de inovação pedagógica na educação superior. Rev. Em Aberto, v. 2, n.6, p.7-41, 2019. doi: <https://doi.org/10.24109/2176-6673.emaberto.32i106.4460>.