

**INTERFACE ENTRE NEUROCIÊNCIA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA:** um estudo preliminar sobre as contribuições desta interlocução para o ensino de Física e Astronomia

**INTERFACE BETWEEN NEUROSCIENCE AND MEANINGFUL LEARNING:** a preliminary study on the contributions of this interlocution to the teaching of Physics and Astronomy

**José Ademir Damasceno Júnior**

Mestre em ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE.  
E-mail: jose.junior43@prof.ce.gov.br

**Mairton Cavalcante Romeu**

Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará - UFC. E-mail: mairtoncavalcante@gmail.com

**Resumo:** Neste trabalho, realizou-se uma investigação sobre a interlocução entre a Neurociência e a Aprendizagem Significativa, para o ensino de Física e Astronomia. Para tanto, levantou-se a seguinte questão: a partir da interface entre Neurociência e Aprendizagem Significativa, que contribuições podem ser evidenciadas para o ensino de Física e Astronomia? A pesquisa tomou por base documentos oficiais nacionais e os resultados de pesquisas anteriores descritos em artigos, dissertações e teses, no período de 1982 a 2019. Os resultados apontam que a compreensão de aspectos neurocientíficos impactará favoravelmente na formação e atuação do professor, permitindo que ele aborde a Física e a Astronomia com estratégias mais adequadas, que facilitem o processo de ensino e aprendizagem. Todavia, a aproximação entre essas áreas deve ocorrer com cautela, com vistas a promover um crescimento mútuo, evitando uma apropriação imediatista, simplista e prescritiva de conceitos neurobiológicos.

**Palavras-Chave:** Neurociência e educação. Ensino e aprendizagem. Física e Astronomia.

**Abstract:** In this work, an investigation was carried out on the interlocution between Neuroscience and Meaningful Learning, for the teaching of Physics and Astronomy. Therefore, the following question was raised: from the interface between Neuroscience and Meaningful Learning, what contributions can be evidenced for the teaching of Physics and Astronomy? The research was based on official national documents and the results of previous research described in articles, dissertations and theses, from 1982 to 2019. The results indicate that the understanding of

neuroscientific aspects will have a favorable impact on the formation and performance of the teacher, allowing him to approach Physics and Astronomy with more appropriate strategies, which facilitate the teaching and learning process. However, the approach between these areas must occur with caution, with a view to promoting mutual growth, avoiding an immediate, simplistic and prescriptive appropriation of neurobiological concepts.

**Keywords:** Neuroscience and education. Teaching and learning. Physics and Astronomy.

## INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, pesquisas em Educação buscam compreender e revelar o complexo e imbricado processo de ensino-aprendizagem. Além disso, o aparato de aquisição e manutenção do conhecimento intrigam pesquisadores de diferentes áreas, professores, filósofos, epistemólogos, psicólogos, sociólogos, médicos, dentre outros. É importante frisar que, nesse processo de permanente procura por mecanismos que proporcionem uma verdadeira e sólida aquisição do conhecimento, os educadores ocupam uma posição de destaque em função da influência que exercem sobre o desenvolvimento e a aprendizagem dos educandos no ambiente

escolar (BROCKINGTON, 2011).

Brockington (2011) ressalta que, no ensino de Ciências, o desafio é ainda maior pela necessidade de serem criadas condições adequadas, a fim de que os estudantes possam assimilar um conhecimento, reconhecido como abstrato e especializado e, em seguida, ressignificá-lo, para que, finalmente, possam atuar sobre o mundo em que vivem. Fourez (1995), Astolfi e Develay et al. (2005) revelam que inúmeros autores na área de educação científica procuram por estratégias que apresentem elementos capazes de desenvolver nos alunos uma postura crítica e reflexiva.

Nesse sentido, acredita-se que esses estudantes, a partir da observação de fenômenos reais ou mesmo de simulações do cotidiano, fundamentando-se no conhecimento científico, possam compreender o nosso universo em sua origem, composição, organização, evolução, entre outros (FOUREZ, 1995; ASTOLFI, DEVELAY et al., 2005). Nessa conjectura, é de suma importância o entendimento dos mecanismos de construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo em sala de aula, assim como as condições adequadas para que os estudantes consigam assimilar o conhecimento em sua estrutura cognitiva (BROCKINGTON, 2011).

Conforme Bartoszeck (2006), a Neurociência se ocupa do estudo do sistema nervoso central, tanto quanto de sua complexidade. Segundo Vizzotto (2019), a Neurociência, enquanto ciência formal, teve início no século XIX. Grossi, Lopes e Couto (2014) afirmam que a Neurociência dialoga com diferentes áreas do conhecimento, a saber: a Neurologia, a Psicologia, a Biologia; tendo como tema central o estudo do sistema nervoso (SN), por conseguinte, a compreensão do processo de aprendizagem. Esse campo da ciência

tem um importante papel para a compreensão da estrutura, organização e funcionamento do cérebro (VIZZOTTO, 2019). Gazzaniga, Ivry e Mangun (2013) dizem que décadas de neurociência cognitiva revelaram que diferentes conjuntos de regiões do cérebro são importantes para o desempenho de diversas tarefas cognitivas.

Vale salientar que a estrutura e a arquitetura cerebral sofrem mudanças em decorrência da neuroplasticidade, sendo as sinapses neurais os pontos de liberação de neurotransmissores, que possibilitam a comunicação entre os neurônios (VIZZOTTO, 2019). Relvas (2011) defende que os cérebros, indistintamente, têm a capacidade de se alterar, em outras palavras, esse órgão tem a propriedade de mudar através de novas aprendizagens. No que tange ao estudo de sua complexidade, pesquisas investigam a relação de determinadas características do cérebro com alguns processos pertinentes ao ser humano, como, por exemplo, cognição, fenótipo ou doença (TUSTISON et al., 2014). Além disso, em virtude da subjetividade e requisitos a serem considerados para as análises, os cientistas contam com técnicas de modelagens recorrendo a robustas ferramentas de software, que facilitam os testes e o refinamento das hipóteses (TUSTISON et al., 2014).

O cérebro humano é um sistema de interação e de evolução de redes organizadas em diferentes escalas no espaço e no tempo (BASSETT; GAZZANIGA, 2011; FELDT; BONIFAZI; COSSART, 2011; BASSETT; SIEBENHÜHNER, 2013). No que diz respeito à pequena escala, os neurônios individuais estão ligados uns aos outros por meio de sinapses, formando uma teia estrutural na qual as informações podem fluir na forma de impulsos elétricos, denominados de potenciais de ação. A

atividade de neurônios individuais se combina para produzir sinais oscilatórios complexos em regiões cerebrais de grande escala conectadas por feixes de axônios, chamados de tratos de matéria branca. Os correlatos neurofisiológicos dessas oscilações podem ser registrados usando eletroencefalografia (EEG) ou imagem por ressonância magnética funcional (IRMF), enquanto os correlatos neurofisiológicos da substância branca podem ser medidos usando imagens de difusão (MULDOON; BRIDGEFORD; BASSETT; 2016).

Para a cognição, os seres humanos tiram proveito das funções executivas (FE), um conjunto de habilidades cognitivas imprescindíveis para a realização de diferentes atividades, que necessitam de planejamento e acompanhamento de comportamentos intencionais associados a um objetivo (HANNA-PLADDY, 2007; LEZAK; HOWIESON; LORING, 2004). Com a finalidade de uma melhor adaptação, o indivíduo poderá fazer uso das FE, tendo em vista que elas permitem uma interação mais eficaz com o meio (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006; MALLOY-DINIZ et al., 2008). As FE são essenciais para o direcionamento e o controle de diversas habilidades intelectuais, emocionais e sociais (LEZAK; HOWIESON; LORING, 2004), como, por exemplo, brincar, conversar, estudar, dentre tantas outras (DIAMOND et al., 2007).

A compreensão de algumas funções cognitivas, como exemplo, a atenção e a memória, tem se ampliado cada vez mais. O uso da técnica IRMF, que permite estudar o cérebro humano *in vivo*, tem possibilitado revelar processos complexos subjacentes à fala, linguagem, pensamento, raciocínio, leitura e uso da matemática, entre outros (BROCKINGTON, 2011). Foi justamente utilizando a referida

técnica que Dunbar e Fugelsang et al. (2007) analisaram como alunos adquirem conceitos de Astronomia. Esses autores buscaram entender como se dá o processo de mudança conceitual, por meio da conexão entre os fundamentos da Neurociência e da Astronomia.

Há séculos que os fenômenos astronômicos despertam o interesse das pessoas. Os egípcios, tal como em outras civilizações antigas, já desenhavam em tumbas imagens do céu. Não obstante, nativos americanos faziam representações de corpos celestes em desenhos nas paredes de cavernas e penhascos (THORNBURGH, 2017). A civilização da Grécia antiga ficou conhecida por construir globos que retratavam constelações e movimentos planetários (THORNBURGH, 2017). Barai et al. (2016) defendem que a Astronomia, com todo o fascínio que desperta nos indivíduos, tenha influenciado o desenvolvimento da Física, Química, Biologia, História, Geografia, Filosofia, Sociologia, das navegações, entre outras áreas do conhecimento, visto que aborda inúmeros conceitos em comum.

Porém, apesar da Astronomia encantar públicos de diferentes idades e gêneros, urge a necessidade de estratégias/instrumentos, a fim de que os indivíduos assimilem melhor seus conceitos, impactando diretamente nos processos de ensino e aprendizagem científica (ROMANZINI, 2011). Nesse pressuposto, Romanzini (2011) argumenta que podemos encontrar inúmeros recursos capazes de favorecer o ensino de Astronomia, a saber: softwares para a confecção de cartas celestes e/ou representação dos movimentos planetários, livros, além de ambientes que promovam experiências de imersão, como, por exemplo, os Planetários.

Na concepção de Plummer (2006), o Planetário representa uma valiosa ferramenta para o estudo de

objetos celestes, assim como de seus movimentos, através de uma perspectiva vista da terra. Concebe-se o Planetário como um ambiente que favorece a aquisição de novos conceitos, facilitando a conexão dos conhecimentos prévios dos alunos com o real, intitulado de conhecimento científico, fornecendo imagens que reproduzem o céu (PLUMMER, 2006).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000) orientam que as tecnologias sejam implementadas, efetivamente, no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda, para o ensino de Ciências, que se exercite a curiosidade intelectual dos estudantes, através de algumas estratégias, tais como: investigação, reflexão, análise crítica, imaginação, criatividade, dentre outras características próprias das ciências. Para isso, a BNCC estabelece, ainda, a necessidade de uma relação no tratamento didático nas três etapas constituintes da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), no intuito de uma articulação para a construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores (BRASIL, 2018).

Na BNCC, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é composta pelas componentes curriculares de Biologia, Física e Química. Essa área visa aprofundar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental, enaltecendo a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Busca, de igual modo, possibilitar que os estudantes possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, apropriando-se do conhecimento produzido em diferentes contextos

históricos e sociais (BRASIL, 2018).

Ainda em consonância com a BNCC (BRASIL, 2018), propostas de trabalho que propiciem aos estudantes o acesso a saberes sobre o mundo digital e a práticas da cultura digital devem, da mesma forma, ser priorizadas, já que impactam seu dia a dia nos vários campos de atuação social. Sua utilização na escola não só permite maior apropriação técnica e crítica desses recursos, como também é determinante para uma aprendizagem significativa e autônoma pelos estudantes. Com relação à Teoria da Aprendizagem Significativa, conforme Moreira e Masini (1982, p. 7), “a ideia central da teoria de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”. Nesse sentido, é imprescindível que os professores levem em consideração esse aspecto, ou seja, tenham como ponto de partida o que o aluno traz de conhecimento consigo, mesmo que seja baseado em senso comum.

Surge, então, uma questão: a partir da interface entre Neurociência e Aprendizagem Significativa, que contribuições podem ser evidenciadas para o ensino de Física e Astronomia?

Para tanto, este trabalho teve como objetivo geral realizar um levantamento bibliográfico sobre as contribuições da interlocução entre Neurociência e Aprendizagem Significativa para o ensino de Física e Astronomia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho consiste em um levantamento bibliográfico sobre a interface entre Neurociência e Aprendizagem Significativa, com vistas a identificar contributos para o ensino de Física e Astronomia, tomando por base os autores da área, documentos oficiais nacionais e resultados

de pesquisas anteriores descritos em artigos, dissertações e teses, no período de 1982 a 2019, através de consultas a plataformas digitais. Uma pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos (GIL, 2008).

A proposta de abordagem deste trabalho foi qualitativa. Segundo Rossman e Rallis (1998 apud CRESWELL, 2007, p. 186), na pesquisa qualitativa, o investigador pode “desenvolver um nível de detalhes sobre a pessoa ou sobre o local e estar [...] envolvido nas experiências reais dos participantes”. A natureza da pesquisa deve ser classificada como básica em educação em ciências. De acordo com Moreira (2004, p. 11), esse tipo de investigação representa “a busca por respostas a perguntas sobre ensino, aprendizagem [...] e sobre o professorado de ciências e sua formação permanente, dentro de um quadro epistemológico, teórico e metodológico consistente e coerente”.

As consultas foram realizadas por meio da busca pelos termos-chave: “Neurociência e educação”, “Ensino e aprendizagem”, “Física e Astronomia”, em plataformas, a saber: Periódicos da Capes, que engloba as principais bases de dados - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico, entre outras. Vale salientar que alguns desses textos foram utilizados como consulta ou fundamentação de partes do artigo. Considerou-se, também, a qualidade das produções científicas, através da pertinência dos resumos dos trabalhos em relação ao objeto de estudo desta pesquisa. Apreciou-se ainda, o Qualis das revistas, pelas quais estavam inseridos os artigos, levando em consideração somente os periódicos classificados como: A1, A2, B1 e B2, visto que apresentam uma produção mais robusta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza, em particular, a Física, na perspectiva da BNCC, deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que desenvolva nos estudantes a capacidade de fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, fazendo uso criterioso de diversas tecnologias. A inserção dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre os impactos éticos, socioculturais, políticos e econômicos de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

Verifica-se que muitos professores de Física e de outras componentes curriculares defendem a aprendizagem por descoberta (SILVA et al., 2019), entretanto, somente o fato de o conteúdo principal ser descoberto pelo aluno não será suficiente para uma aprendizagem significativa. Não se deve esquecer que, para o novo conhecimento ser assimilado pelo estudante, é preciso que se estabeleça uma associação com seus conhecimentos prévios.

Darroz, Rosa e Ghiggi (2015) apontam que a aprendizagem de Física por memorização, ainda, é muito presente nas escolas brasileiras e ocorre de forma simplesmente arbitrária, não proporcionando a aquisição de novos conceitos, cujo indivíduo dependerá, basicamente, da associação do estímulo correspondente para cada resposta. Caso seja dado um estímulo diferente ao indivíduo, até mesmo um sinônimo, dificilmente, ele apresentará uma resposta correta.

Pereira, Fusinato e Gianotto (2017) entendem que a melhoria da qualidade do ensino de Física perpassa pela definição de uma mudança de postura didático-pedagógica do professor.

Esses autores apontam a necessidade de uma intervenção na formação inicial para além do aspecto pedagógico, de forma que os licenciandos repensem sobre suas atitudes. Acredita-se que, para uma interação mais eficiente em sala de aula, que promova o interesse e a participação dos alunos em relação aos assuntos estudados, faz-se necessária a ressignificação do papel do professor, em outras palavras, é urgente a mudança no perfil de professor (PEREIRA; FUSINATO; GIANOTTO, 2017).

Insistir em um currículo com uma abordagem reducionista, como verificado no método tradicional, implementando apenas algumas mudanças pedagógicas pontuais, sem mudar a sua natureza e essência, dificilmente, teremos um resultado favorável para a construção da cidadania, será pouco provável que os alunos estejam sendo preparados para serem capazes de participar criticamente de uma sociedade democrática, com a finalidade de garantir os seus direitos e cumprir com os seus deveres (CATARINO; QUEIROZ; ARAÚJO, 2013).

Catarino, Queiroz e Araújo (2013) estabelecem três âmbitos formativos que devem ser indispensáveis para nós, a saber: formação para a cidadania, formação que vise o enriquecimento cultural e formação que permita construir meios para o trabalho. Eles defendem que esses três âmbitos não estão isolados uns dos outros, na verdade, somente em sua inter-relação, é que se concretiza o processo educativo. Além disso, a cooperação e o espírito coletivo devem se tornar objetivos claros e principais, ao invés de competições e individualismos, com o propósito de um projeto político-pedagógico emancipatório, em que o ensino de Ciências, particularmente, de Física, precisa assumir um

papel central, principalmente, no que se refere à desconstrução do reducionista mecanicista e de suas implicações ideológicas.

Verifica-se que o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) se apresenta como uma relevante alternativa para o ensino de Física/Ciências, contudo, frequentemente, percebe-se uma aguda contradição: se por um lado a mídia, quase que diariamente, divulga níveis espetaculares de desenvolvimento científico-tecnológico, que possibilitaram à humanidade superar a marca de sete bilhões de pessoas, produzindo novos mecanismos de comunicação e interação; por outro lado, a juventude, especialmente brasileira, demonstra baixo interesse pela ciência e por seu ensino, concomitantemente, há uma elevada evasão nos cursos e a insistência de propostas curriculares distantes da realidade dos estudantes (PIAGET, 2002; RANGEL; SANTOS; RIBEIRO, 2012). Apesar de seu potencial, as escolas públicas, ainda, apresentam uma tímida utilização dos recursos tecnológicos pelos professores (BRETONES, 2006; LEITE, 2006; GUIDOTTI, 2014).

Catarino, Queiroz e Araújo (2013) asseveram que o ensino de Física se efetiva no currículo e na prática docente. Para eles, o currículo é organizado em saberes correspondentes a disciplinas isoladas, semelhante à sala de aula, que, em uma abordagem tradicional, é verificada como um grupo de alunos isolados, fortuitamente, competindo uns com os outros. Lamentavelmente, o estudante não é concebido como um ser social, nem pode adquirir consciência social. Nessa perspectiva, o ensino se limita a uma transmissão de conteúdo, por meio de aulas verticalizadas, estritamente expositivas, seguindo um sentido restrito do professor para o aluno. A disciplina em sala de aula, os exames

e as reprovações representam uma visão de mundo hierarquizada e imutável (CATARINO; QUEIROZ; ARAÚJO, 2013).

Um modelo de aprendizagem, baseado em uma mera transmissão de conteúdos por memorização, é ineficiente, haja vista que pouco estabelece vínculo/ligações com informações já disponíveis no cérebro do indivíduo. É mister que o professor, à luz da Aprendizagem Significativa e da Neurociência, elabore mecanismos e estratégias no processo de ensino e aprendizagem que favoreçam as conexões/associações entre os conhecimentos prévios do estudante com o que se deseja ensinar, levando em conta o alcance dos objetivos traçados, as competências, os conhecimentos e as habilidades a serem desenvolvidos.

Nessa conjectura, encontra-se, na literatura, alguns esforços na tentativa de superar o ensino de tradição formalista e abstrata, apontado e criticado por Feynman (2000), especificamente, na Física, já na década de 50. Pode-se citar, primeiramente, a interação entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico, evidenciada por Mortimer (1996) e Bastos (2009). Em seguida, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade discutidas por Strieder e Kawamura (2010). Outro, não menos importante, diz respeito ao uso das TDIC e das diferentes linguagens, assim como a história e a filosofia da ciência, enfatizado por Cachapuz et al. (2008).

Entretanto, de acordo com Rangel, Santos e Ribeiro (2012), para cada um desses esforços, são exigidos novos conhecimentos e representações que deverão mediar a apropriação dos conceitos científicos e da literatura científica, que demandam ser aprendidos e apreendidos por professores e alunos. Para

tanto, é imprescindível a compreensão dos aspectos teóricos subjacentes à interface entre o conhecimento prévio e o conhecimento científico dos alunos e o desenvolvimento de habilidades e competências em áreas, além da Física, a serem ensinadas, como, por exemplo, a Psicologia e a Neurociência.

Cosenza e Guerra (2011) explicitam que um ensino significativo provoca alterações na taxa de conexão sináptica e afeta a função cerebral, sendo possível, assim, estabelecer um paralelo entre as proposições e as contribuições da psicologia cognitiva com a Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003). Destarte, é possível inferir, por meio da interlocução entre a Neurociência e a Aprendizagem Significativa, que o aluno assimilará mais eficientemente os conteúdos de Física e Astronomia se o professor estabelecer diferentes conexões entre os novos conceitos a serem estudados e os já existentes na estrutura cognitiva do aluno, além dos instrumentos/estímulos que precisam ser instigantes/significativos para o aprendiz.

No trabalho de Darroz e Santos (2013), os autores elaboraram uma unidade didática, que também contaria com o uso do Planetário, para o tratamento de conceitos básicos de Astronomia, a fim de obter indícios de uma aprendizagem significativa pelo grupo de alunos utilizado como amostra. Os temas selecionados pelos pesquisadores foram referentes a alguns corpos que compõem o Sistema Solar, com enfoque especial para a Terra e a Lua; os conceitos de Universo e galáxias; a definição de constelação e a evolução estelar.

Eles optaram por tais assuntos por entenderem como básicos na área de Astronomia e pelo fato de os estudantes participantes da pesquisa já

terem estudado através da escola. Os conceitos físicos, em questão, foram considerados pré-requisitos para a compreensão significativa do tema. No curso mediado pelo primeiro autor do trabalho, além das explicações em sala de aula, foi disponibilizado um texto de apoio que continha todo o conteúdo das aulas. Segundo os autores, quanto à avaliação da proposta pelos alunos, 100% aprovaram os temas abordados e a metodologia utilizada, inclusive com o uso do Planetário. Os estudantes pesquisados afirmaram que todos os encontros foram dinâmicos, atrativos e muito interessantes, principalmente, a parte observacional do céu noturno estrelado.

Darroz e Santos (2013) concluíram que, pelos índices obtidos nos diferentes instrumentos de avaliação aplicados ao longo do desenvolvimento da proposta, pelas respostas dadas pelos participantes no questionário final e pelos comentários dos estudantes durante as atividades, considera-se que a proposta foi exitosa e pode ser repetida, apresentando uma forte perspectiva de sucesso com estudantes de nível médio. Em vista disso, admite-se também, o ambiente Planetário, para o ensino de Física e Astronomia, como um valioso recurso, pois dele emergem diferentes estímulos, luz, som, imagens, interações, entre tantos outros, capazes de atrair a atenção do aluno, por ser potencialmente significativo e por relacionar novos conceitos com os subjacentes em sua estrutura cognitiva, atendendo aos pressupostos da Neurociência e da Aprendizagem Significativa, favorecendo uma melhor assimilação do conteúdo estudado.

Apesar de observar-se certa euforia em relação às contribuições da Neurociência para a Educação, Vizzotto (2019) deixa claro que elas não propõem uma nova pedagogia nem prometem

soluções definitivas para as dificuldades da aprendizagem. De todo modo, as neurociências podem colaborar para a reelaboração/ressignificação de práticas pedagógicas que já se realizam com êxito e propor novas intervenções, atentando ao fato de que as estratégias pedagógicas que respeitam o funcionamento do cérebro, possivelmente, serão mais eficientes (VIZZOTTO, 2019). É importante frisar que os avanços da Neurociência permitem uma abordagem mais científica do processo ensino-aprendizagem, baseando-se no entendimento dos processos cognitivos mobilizados. Porém, nunca é demais lembrar, que devemos ser cautelosos, mesmo com todo o otimismo em relação às contribuições decorrentes da interlocução entre neurociências e educação (VIZZOTO, 2019).

Como amplamente divulgado, a neurociência procura entender de que forma o cérebro consegue realizar todas as suas funções. Para uma compreensão mais adequada acerca da organização e funcionamento dos mecanismos cerebrais, como exemplo, verificado no trabalho de Pérez (2015), que descreveu a maneira com que o cérebro assimila os números e executa operações matemáticas, pesquisadores têm utilizado a técnica IRMF, a qual consiste em registrar alterações associadas às atribuições do tecido cerebral. Esse procedimento é sensível ao aumento do sangue relacionado à ativação neuronal. À medida que os neurônios são ativados, junto com as redes neurais, em resposta a estímulos externos, tal como no processo de ensino e aprendizagem, o fluxo sanguíneo da região aumenta, sendo assim detectado por neuroimagem (RADFORD; ANDRÉ, 2009).

Em vista disso, ocorre a possibilidade da aplicação dessa técnica de neuroimagem com vistas para a identificação das áreas do cérebro



e seus mecanismos mobilizados no processo de aprendizagem. Alega-se que, ao saber quais e como interagem as redes neurais da espécie humana, o professor poderá selecionar os estímulos e estratégias mais adequados a fim de favorecer uma aprendizagem significativa.

Diante do exposto, vale destacar a forte correlação entre as proposições da Aprendizagem Significativa, apresentada por David Ausubel (2000), com os fundamentos da Neurociência, em que a disposição para aprender é considerada essencial na aprendizagem, influenciando diretamente a percepção do aluno em relação ao objeto de estudo. Tironi et al. (2013) mencionam que os organizadores prévios, materiais utilizados para facilitar a aprendizagem, disponibilizados aos alunos antes mesmo do conteúdo ser estudado, exercem um papel fundamental, já que possibilitam ao indivíduo focar sua atenção em certas especificidades, que poderiam não ser notadas. Nessa conjectura, desenvolvendo-se o mecanismo da atenção, entre outros, entende-se ser possível despertar, nos estudantes, a motivação em aprender, tal fato deve representar, para o professor, uma tarefa essencial.

Sabe-se que a disposição em aprender pode influenciar, potencialmente, a forma como as informações são assimiladas. Entretanto, caso conceitos relevantes não estejam disponíveis na estrutura cognitiva do aluno, os organizadores servirão como base para o novo conhecimento, possibilitando a formação de conceitos subsunçores, que, por sua vez, facilitarão novas aprendizagens (TIRONI et al, 2013).

## **CONCLUSÕES**

Este trabalho realizou uma análise introdutória sobre a interface entre Neurociência

e Aprendizagem Significativa. Uma discussão teórica em busca de evidenciar as contribuições de seus estudos para o ensino de Física e Astronomia. Ademais, defende-se que esta pesquisa será fonte de discussões para o desenvolvimento de futuras investigações nessas áreas do conhecimento.

Constatou-se que, para ocorrer uma aprendizagem significativa, existem algumas exigências a serem atendidas: o material necessitará ser potencialmente significativo, conter uma estruturação lógica e estar relacionado com a estrutura cognitiva do aluno, de maneira não arbitrária e não literal. Ao mesmo tempo, o estudante deve estar predisposto a aprender. Caso uma dessas condições não seja satisfeita, ocorrerá uma aprendizagem mecânica.

Esta pesquisa se mostra relevante para a área de ensino de Física e Astronomia, por fornecer relevantes elementos a pesquisadores, formadores de professores e professores em formação. Também, por suscitar discussões sobre a realidade, no Brasil, das grades curriculares das licenciaturas da área. Infere-se, neste estudo, que a compreensão dos aspectos neurocientíficos proporcionará uma melhor formação e atuação pedagógica, por conseguinte, teremos um profissional que aborde a Física e a Astronomia com estratégias mais adequadas, que promova melhores resultados na aprendizagem dos alunos.

De modo claro, dentre as diversas contribuições que podem ser elencadas a partir da interface entre Neurociência e Aprendizagem Significativa para o ensino de Física e Astronomia evidenciadas nessa pesquisa, é plausível destacar que, conhecendo-se como e quais os mecanismos cerebrais mobilizados em resposta a estímulos externos, identificados por meio de neuroimagens, o professor poderá promover uma eficiente

associação entre o novo conhecimento com os conhecimentos prévios de seus alunos, ao mesmo tempo, ele poderá estimular a motivação desses estudantes, sendo estas condições essenciais para uma aprendizagem significativa.

Com base nos achados apresentados, percebeu-se o grande desafio em integrar os conhecimentos da Neurociência aos da Educação, em especial, ao ensino de Física e Astronomia. Entende-se que a aproximação entre essas áreas deve ocorrer com cautela, com vistas a promover um crescimento mútuo, evitando uma apropriação imediatista, simplista e prescritiva de conceitos neurobiológicos. Para além da comunicação efetiva entre as referidas áreas do conhecimento, é necessário que se promova uma aproximação prática entre elas, de forma que suas particularidades sejam respeitadas e que possam se complementar, sem que uma se sobreponha à outra, em razão de que nenhum conhecimento é mais relevante do que o outro.

Por fim, a aproximação entre a Neurociência e a Educação não deve se restringir somente a obter o conhecimento dos mecanismos cerebrais para uma aplicação na área da Educação, os professores carecem de uma adequada fundamentação teórica e metodológica, com o intuito de que interpretações precipitadas, superficiais e equivocadas sejam evitadas. Neste trabalho, explorou-se somente uma parte do potencial decorrente da interface entre Neurociência e Aprendizagem Significativa. As informações e discussões, aqui levantadas, servirão como fonte de pesquisa para outros grupos interessados.

## REFERÊNCIAS

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel et al. *A*

*didática das ciências*: Papirus. 2005.

AUSUBEL, David Pearl (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 210 p.

AUSUBEL, D.P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

BARAI, Alexandre et al. Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma parceria entre universidade e escola. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, p. 1009-1025, 2016.

BARTOSZECK, Amauri Betini. Neurociência na educação. *Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita*, Curitiba, volume 01, p. 1-6, 2006.

BASSETT, Danielle S.; GAZZANIGA, MICHAEL S. Understanding complexity in the human brain. *Trends Cogn Sci*. 2011 May;15(5):200-9. doi: 10.1016/j.tics.2011.03.006.

BASSETT, Danielle S.; SIEBENHÜHNER, Felix. Multiscale Network Organization in the Human Brain. In *Multiscale Analysis and Nonlinear Dynamics: From Genes to the Brain*, 179–204. Weinheim: Wiley. 2013.

BASTOS, Fernando. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.) *Questões atuais no ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2009.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Básico. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio*. Brasília. MEC/SEB, 2000 109 p.

BRETONES, Paulo Sergio. *A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu*. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra. Universidade Estadual de

Campinas. 252 pp. 2006.

BROCKINGTON, Guilherme. *Neurociência e educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 199 pp. 2011.

CACHAPUZ, Antônio; PAIXÃO, Fátima; LOPES, J. Bernardino; GUERRA, Cecília. *Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “ciênciatecnologia-sociedade”*. Alexandria, v. 1, p. 27-49, 2008.

CATARINO, Giselle Faur de Castro; QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campello; ARAÚJO, R. M. X. *Dialogismo, ensino de física e sociedade: do currículo à prática pedagógica*. Ciênc. Educ., Bauru, v. 19, n. 2, p. 307- 322, 2013.

COSENZA, Ramon Moreira; GUERRA, Leonor Bezerra. *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CRESWELL, John. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DARROZ, Luiz Marcelo; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. *Astronomia: uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de Astronomia na formação de professores em nível médio*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n.1, p. 104-130, 2013.

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Werner da; GHIGGI, Caroline Maria. *Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de Física*. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID74/v5\\_n1\\_a2015.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID74/v5_n1_a2015.pdf). Acesso em: 20 out. 2020.

DIAMOND, D.M. et al. (2007). The temporal dynamics model of emotional memory processing: a synthesis on the neurobiological basis of stress-induced amnesia, flashbulb and traumatic memories, and the Yerkes-Dodson law. *Neural Plast* 2007: 60803.

DUNBAR, Kevin; FUGELSANG, Jonathan et al. Do naive theories ever go away? Using brain and behavior to understand changes in concepts. *Thinking With Data*, p. 193. 2007.

FELDT, Sarah; BONIFAZI, Paolo; COSSART, Rosa. Dissecting functional connectivity of neuronal microcircuits: experimental and theoretical insights. *Trends in Neurosciences*. Elsevier. 2011. May;34(5):225-36. Doi: 10.1016/j.tins.2011.02.007. Epub 2011 Apr 2.

FEYNMAN, Richard Philip. *Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!* Brasília: UNB, 2000.

FOUREZ, Gérard. *A construção das ciências*. São Paulo: UNESP. 1995.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MAGNUM, George R. *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. WW Norton & Company. (2013).

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MAGNUM, George R. Breve história da neurociência cognitiva. In: \_\_\_\_\_. *Neurociência cognitiva: a biologia da mente*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; LOPES, Aline Moraes; COUTO, Pablo Alves. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. *Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade*, Salvador, volume 23, n. 41, p. 27-40, 2014.

GUIDOTTI, Charles dos Santos. *Investigando a inserção das tecnologias na formação inicial dos professores de física nas universidades federais do Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande. 119 pp. 2014.

HANNA-PLADDY, Brenda. Dysexecutive syndromes in neurologic disease. *J Neurol Phys Ther* 31:119–127. (2007)

LEITE, Cristina. *Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-

- Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 274 pp. 2006.
- LEZAK, Muriel Deutsch.; HOWIESON, Diane B.; LORING, David W. *Neuropsychological assessment*. (4th ed.). New York: Oxford University Press. (2004).
- MALLOY-DINIZ, Leandro Fernandes et al. Neuropsicologia das funções executivas. In D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. Camargo & R. M. Cosenza (Eds.), *Neuropsicologia: teoria e prática*. Porto Alegre: Artmed. 2008.
- MOREIRA, Marco Antônio. Pesquisa básica em educação em ciência: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educación Científica*. v. 3, n. 1, p.10-17, 2004. Disponível: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Pesquisa.pdf>>. Acesso: 12 jan. 2021
- MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 1982.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciência: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- MULDOON, Sarah Feldt; BRIDGEFORD, Eric W.; BASSETT, Danielle S. Small-World Propensity and Weighted Brain Networks. *Scientific Reports* 6:22057. 2016.
- PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; GIANOTTO, Dulcinéia Ester Pagani. A PRÁTICA PLURALISTA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)*, Belo Horizonte, v. 19, e2682, 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172017000100220&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172017000100220&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 20 out. 2020.
- PÉREZ, Jorge F. Sierra. *Desarrollo de una herramienta digital para reforzar las habilidades matemáticas necesarias en el aprendizaje del álgebra*. Tesis – Maestría en Tecnología para la Gestión y Práctica Docente (Sin Restricción). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 80 pp. 2015.
- PIAGET, Jean. *Seis estudos de psicologia*. 24ª Ed. Rio de Janeiro: Florence. 136 p. 2002
- PLUMMER, Julia Diane. *Students' development of astronomy concepts across time*. Doctoral Dissertation, The University of Michigan. 2006.
- RADFORD, Luis; ANDRE, Mélanie. Cerebro, cognición y matemáticas. *Relime*, México, v. 12, n. 2, p. 215-250, jul. 200. Disponível em <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-24362009000200004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362009000200004&lng=es&nrm=iso)>. acessado em 05 feb. 2021.
- RANGEL, Flaminio de Oliveira.; SANTOS, Leonardo S. F.; RIBEIRO, Carlos Eduardo. Ensino de física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 651-677, 2012. Número especial.
- RELVAS, Marta Pires. *Neurociência e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva*. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.
- ROMANZINI, Juliana. *Construção de uma sessão de cúpula para o ensino de Física em um Planetário*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Mestrado em Ensino de Física. Universidade Estadual de Londrina, Instituto de Física, Londrina. 171 pp. 2011.
- SILVA, Ismenia Cerqueira et al. Práticas experimentais para o ensino de Física baseadas na aplicação do modelo de aprendizagem por descoberta. In: *Anais... IV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; V SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO UNIFACIG*. Centro Universitário UNIFACIG, Minas Gerais, 7 e 8 de novembro de 2019.
- STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Pesquisas sobre o estado da arte em CTS: aproximações e contrapontos. In: *ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, XII, 2010, Águas de Lindóia. *Atas...*

THORNBURGH, William Raymond. The role of the planetarium in students' attitudes, learning, and thinking about astronomical concepts (2017). *Electronic Theses and Dissertations*. Paper 2684. Disponível em: <<https://doi.org/10.18297/etd/2684>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

TIRONI, Cristiano Rodolfo; SCHMIT, Eduardo; SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg; SCHUHMACHER, Elcio. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

TUSTISON, Nick et al. Large-scale evaluation of ANTs and FreeSurfer cortical thickness measurements. *NeuroImage* 99: 166-179. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.044>. 2014

VIZZOTTO, Patrick Alves. A Neurociência na formação do professor de Física: Análise curricular das licenciaturas em Física da região Sul do Brasil. *Revista Insignare Scientia*, volume 02, n. 2, p. 150-165, 2019