

# **Aprendizagem Significativa no ensino de Cosmologia na perspectiva da Neurociência**

## **Meaningful Learning in Cosmology teaching from a Neuroscience perspective**

### **El aprendizaje significativo en la enseñanza de la cosmología desde la perspectiva de las neurociencias**

Recebido: 22/07/2022 | Revisado: 02/08/2022 | Aceito: 04/08/2022 | Publicado: 14/08/2022

#### **Ana Clara Souza Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8851-6356>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [ana.clara.souza06@aluno.ifce.edu.br](mailto:ana.clara.souza06@aluno.ifce.edu.br)

#### **Nairys Costa de Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0799-8489>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [nairys.freitas07@aluno.ifce.edu.br](mailto:nairys.freitas07@aluno.ifce.edu.br)

#### **José Ademir Damasceno Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4110-532X>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [jose.junior43@prof.ce.gov.br](mailto:jose.junior43@prof.ce.gov.br)

#### **Vitória Hellen Juca dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1624-0987>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [vitória.hellen.juca06@aluno.ifce.edu.br](mailto:vitória.hellen.juca06@aluno.ifce.edu.br)

#### **Hugo Ferreira Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4746-465X>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [hugo.alves@prof.ce.gov.br](mailto:hugo.alves@prof.ce.gov.br)

#### **Igor de Moraes Paim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9968-2213>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [igormoraes@ifce.edu.br](mailto:igormoraes@ifce.edu.br)

#### **Mairton Cavalcante Romeu**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil  
E-mail: [mairtoncavalcante@ifce.edu.br](mailto:mairtoncavalcante@ifce.edu.br)

#### **Resumo**

Neste trabalho, realizou-se uma investigação sobre a interlocução entre a Neurociência e a Aprendizagem Significativa, para o ensino de Cosmologia. Nessa perspectiva, formulou-se uma questão: a partir da interface entre Neurociência e Aprendizagem Significativa, que contribuições podem ser evidenciadas para o ensino de Cosmologia? A pesquisa, de natureza básica e abordagem qualitativa, adotou como parâmetro documentos oficiais nacionais e os resultados de pesquisas anteriores descritos em artigos, dissertações e teses, no período de 1976 a 2021. Os resultados revelam que a compreensão da arquitetura e do funcionamento neural será favorável para a formação dos professores, possibilitando que eles passem a adotar métodos e práticas que promovam uma aprendizagem significativa em Cosmologia. Todavia, a aproximação entre essas áreas deve ocorrer com cautela, a fim de evitar uma apropriação imediatista, simplista e prescritiva de conceitos neurobiológicos.

**Palavras-chave:** Neurociência e educação; Ensino e aprendizagem; Cosmologia.

#### **Abstract**

In this work, an investigation was carried out on the interlocution between Neuroscience and Meaningful Learning, for the teaching of Cosmology. In this perspective, a question was asked: from the interface between Neuroscience and Meaningful Learning, what contributions can be evidenced for the teaching of Cosmology? The research, of basic nature and qualitative approach, adopted as parameter national official documents and the results of previous research described in articles, dissertations and theses, in the period from 1976 to 2021. The results reveal that the understanding of architecture and neural functioning will be favorable for the training of teachers, allowing them to adopt methods and practices that promote meaningful learning in Cosmology. However, the approximation between these areas should occur with caution, in order to avoid an immediate, simplistic and prescriptive appropriation of neurobiological concepts.

**Keywords:** Neuroscience and education; Teaching and learning; Cosmology.

## Resumen

En este trabajo se realizó una investigación sobre la interlocución entre la Neurociencia y el Aprendizaje Significativo, para la enseñanza de la Cosmología. Desde esta perspectiva, se formuló una pregunta: desde la interfaz entre la Neurociencia y el Aprendizaje Significativo, ¿qué aportes se pueden evidenciar para la enseñanza de la Cosmología? La investigación, de carácter básico y enfoque cualitativo, adoptó como parámetro los documentos oficiales nacionales y los resultados de investigaciones anteriores descritas en artículos, disertaciones y tesis, en el período de 1976 a 2021. Los resultados revelan que la comprensión de la arquitectura y el funcionamiento neuronal será favorable para la formación de los profesores, permitiéndoles adoptar métodos y prácticas que promuevan el aprendizaje significativo en Cosmología. Sin embargo, el acercamiento entre estas áreas debe producirse con cautela para evitar una apropiación inmediata, simplista y prescriptiva de los conceptos neurobiológicos.

**Palabras clave:** Neurociencia y educación; Enseñanza y aprendizaje; Cosmología.

## 1. Introdução

Um número expressivo de pesquisadores, como, por exemplo, Jegede e Aikenhead (2004), Bang e Medin (2010), Brockington (2011), Heering (2016), Moreira (2018), entre outros, tem mobilizado esforços em busca de promover reflexões e discussões quanto às razões pelas quais os estudantes demonstram pouco interesse em aprender acerca dos conhecimentos científicos, no ensino de Física, Astronomia e Cosmologia, por exemplo, comprometendo, desse modo, uma aprendizagem significativa. Esses autores, dentre tantos outros, defendem que os conhecimentos científicos resultam de um processo histórico, filosófico, epistemológico, social e cultural.

Diante desse fato, defende-se que a abordagem dos conceitos científicos necessita ter uma maior amplitude, de modo que os estudantes compreendam que esses temas são mais presentes em suas vidas do que eles imaginam, e que serão essenciais para o enfrentamento e superação de desafios no mundo em que vivem. Por meio de uma análise crítica da realidade, de uma visão mais aguçada, espera-se, na abordagem de assuntos científicos, despertar nos alunos mais interesse e expectativas. Ribeiro (2022) aponta que a ciência como um todo pode ser entendida como um fruto do questionamento, no qual questionar é mais importante que responder, assim, o ensino de uma ciência de grande impacto como a Cosmologia é fundamental para se iniciar reflexões que são inerentes a própria vida.

Astolfi e Develay et al. (2005) explicam que a literatura específica na área de ensino de Ciências e Matemática não tem medido esforços com o propósito de desenvolver estratégias capazes de tornar os alunos mais críticos e reflexivos, rompendo, assim, com explicações e argumentos fundamentados no conhecimento de senso comum, uma visão ingênua da realidade.

Mediante o exposto, torna-se essencial o correto entendimento dos mecanismos de construção do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem, assim como as condições adequadas para que os estudantes consigam assimilar os conceitos científicos em sua estrutura cognitiva (Brockington, 2011).

Com vistas à compreensão do procedimento de cognição, mais precisamente acerca das habilidades mentais mobilizadas na aquisição de novos conhecimentos, a Neurociência ocupa um papel de destaque. Na visão de Bartoszeck (2006), a Neurociência estuda o sistema nervoso central e sua complexidade. Simões e Nogaró (2016) revelam que a Neurociência adquiriu status de Ciências somente a partir do século XVIII e início do século XIX, até então, a única ciência da “mente” era a anatomia, uma vez que a Neurociência não fazia uso de métodos adequados para investigar a funcionalidade do sistema nervoso.

Nessa perspectiva, formulou-se uma questão: o diálogo entre a Neurociência e a Aprendizagem Significativa pode favorecer o ensino de Cosmologia?

Para tanto, este trabalho teve como objetivo geral realizar uma pesquisa bibliográfica com o propósito de evidenciar algumas das contribuições decorrentes da aproximação entre a Neurociência e a Aprendizagem Significativa para o ensino de Cosmologia.

## 2. Fundamentação Teórica

Moreira (2018) esclarece que a Física deve rejeitar o senso comum, as interpretações ingênuas, a aceitação cega de modelos e teorias. E ainda, o autor argumenta que, apesar da Física buscar incansavelmente modelos e teorias mais aperfeiçoados a fim de explicar o Universo, do micro ao macro, lamentavelmente essa não tem sido a Física ensinada nas escolas. A consequência disso é a formação de alunos com limitadas habilidades nesta área do conhecimento, basicamente condicionados para testes e provas, isso quando essa característica é percebida, pois, em geral, nem mesmo isso é verificado em alguns estudantes. Ao mesmo tempo, as escolas perdem a oportunidade de desenvolver nos discentes uma formação cidadã alicerçada nos conhecimentos científicos, que serão imprescindíveis para manutenção e sobrevivência de sua espécie. De acordo com Santos e Santos (2022), refletir a cerca das experiências em sala de aula é o primeiro passo dado pelo professor para conduzir o aluno a reflexões que podem causar mudanças no contexto em que está inserido. Assim, a própria Física possui características que transcendem o próprio campo científico.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB em seu artigo 36, orienta que professores e instituições possuem total autonomia para adequarem os conteúdos de acordo com o contexto que a escola está inserida (BRASIL, 2017). Um dos grandes desafios do Ensino de Física é despertar nos discentes o interesse pelo aprendizado dos seus conceitos fundamentais e aplicações, estimulando no decorrer dos últimos anos a realização de discussões e pesquisas a respeito da diversidade de assuntos relacionados aos conteúdos de Física, e quais destes são mais satisfatórios para a aprendizagem dos alunos. Desta forma, estudos realizados por Moreira (2000), Menezes (2001) e Rosa e Rosa (2005) apontam que as dificuldades no Ensino de Física se dão pela adesão de currículos fechados, dos quais o objetivo central é preparar os alunos para exames de vestibulares e o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, levando o uso de livros didáticos e apostilas que indicam uma Física fechada, terminada e distante da realidade dos discentes.

A Astronomia, por meio das leis da Física, possibilita aos indivíduos compreenderem uma gama de fenômenos que ocorrem na natureza, como, por exemplo, as marés, as auroras, os eclipses, as chuvas de meteoros, dentre outros (Schappo, 2022). Já a Cosmologia, um ramo da Astronomia, é a ciência que estuda a origem, a estrutura e a evolução do Universo, sendo área de interesse e pesquisas entre alunos das mais variadas faixas etárias (Neto, 2020). De acordo com Horvath (2020), quando se trata da Cosmologia, existe um atrativo inegável tanto para alunos quanto para o público em geral. Entretanto, “embora os currículos no Brasil continuem enfatizando a Astronomia “natural”, isto é, acessível aos sentidos [...], o ensino dos conteúdos contemporâneos de Astronomia e Cosmologia resultam muito mais difíceis de abordar, e certamente requerem um grau de abstração e de fundamentação mais ampla [...] (Horvath, 2020, p. 1).

Percebe-se então, que a Cosmologia, mesmo sendo um instrumento de grande importância quando se trata do “ensinar científico”, além de colaborar para a construção do discente enquanto indivíduo crítico e modificador, pouco é abordada no contexto escolar. Assim, segundo Gonçalves, et al., (2022), o ensino de Cosmologia resulta em um grande desafio, pois estudar o Universo em sua totalidade demanda de quem o realiza uma ampla compreensão da Física. Compreendendo a Cosmologia como uma ciência de caráter multi e interdisciplinar, é possível trabalhá-la em sua totalidade de forma integrativa e inclusiva, de modo que o aluno se veja realmente como uma parte que pode modificar um todo. Como ciência integrativa Gonçalves, et al., (2022) discutem que a Cosmologia, “[...] é um tema com grande potencial integrador. [...] a Cosmologia é a maior extensão dessa “localização” que começa no ambiente próximo. Existem outros casos de currículos nacionais em que o Big Bang e assuntos similares são explicitamente tratados” (Gonçalves et al., 2022, p. 2).

Com isso, verifica-se que, além de contribuições em âmbito científico, a Cosmologia exerce um grande papel social entre os sujeitos aprendentes: a sociointeração. De acordo com Vygotsky (1996), o sujeito é interativo, uma vez que adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio, a partir do processo de mediação, de modo que até as características e atitudes individuais estão impregnadas de trocas com o coletivo. Além disso, Wallon (1995) aborda que as

dimensões do sujeito como um todo – motora, sensorial, afetiva, cognitiva e social – estão vinculadas entre si, de modo que suas interações estejam em constante movimento.

Nessa perspectiva, de trabalhar as diferentes dimensões do sujeito, a Cosmologia é um dos assuntos que desperta a curiosidade nos estudantes (Dopico, 2019), a qual pode ser definida como a busca pelo entendimento da origem e da história do Universo, existindo há muitos anos assim como a humanidade (Seferin, 2016). Logo, de acordo com Bazetto e Bretones (2011), temas como Cosmologia despertem interesse nos jovens e, dessa forma, quase sempre os professores são solicitados a explicar a expansão do Universo. Isso se justifica pelo fato de a Cosmologia ser descrita por Strehl (1996) como um dos tópicos da Física, particularmente da Astrofísica, que preexiste a própria Ciência.

Como aborda Martins e Neves (2017), a Cosmologia é uma das ciências mais antigas e de caráter integrador que conhecemos, ela pode ser associada dentro do ambiente educativo com as demais ciências, além de estar presente, mesmo de forma indireta, nos documentos norteadores da educação brasileira, que é o caso da Base Nacional Comum Curricular (2018) e os Parâmetros Nacionais Comum Curriculares (1997). Mas é preciso ressaltar ainda, que mesmo consciente das suas contribuições positivas para preencher lacunas na construção do sujeito, a Cosmologia é muito pouco difundida na educação básica. Ainda de acordo com Martins e Neves, “[...] há poucos pesquisadores que se preocupam em investigar se e como os conceitos inerentes à Cosmologia estão sendo abordados e discutidos no ambiente escolar e acadêmico” (Martins & Neves, 2017, p.3). Todavia, os Parâmetros Curriculares Nacionais explicitam que “o universo, sua forma, seu tamanho, seus componentes, sua origem e sua evolução são temas que atraem os alunos de todos os níveis de ensino” (Brasil, 1998, p. 38)

Ademais, é importante mencionar que essa problemática aqui levantada, com relação ao ensino de conceitos de Física e Cosmologia, certamente não será resolvida pela insistência na abordagem de conhecimentos científicos que estimulem os alunos a simplesmente decorar os conteúdos estudados, priorizando uma memorização mecânica dos temas abordados. Pelo contrário, no processo de ensino científico é preciso que esses conteúdos despertem o interesse, a intencionalidade e a predisposição dos estudantes, para que a aprendizagem seja significativa, possibilitando, assim, que os novos conhecimentos sejam incorporados pela estrutura cognitiva do indivíduo aprendente (Alsubel, 2000; Moreira, 2018; Macêdo & Voelzke, 2020).

Moreira (2012) define a aprendizagem significativa como a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, isto é, novos conhecimentos só são relevantes para o discente quando existe uma relação entre o conhecimento adquirido no cotidiano do aluno em sua estrutura cognitiva e o conhecimento que está sendo assimilado. Assim, o conhecimento inerente à nova aprendizagem pode ser considerado um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918 - 2008), a qual é definida como subsunção ou ideia-âncora.

Moreira (2012) aponta a necessidade de romper com o ensino tradicional pelo fato de não promover motivação aos alunos, mostrando a importância de adotarem metodologias que possibilitem o acesso de conhecimentos sobre o mundo e a prática da cultura digital, uma vez que possuem relevância em vários aspectos do cotidiano de forma significativa.

Assim, é fundamental que o professor em sua prática docente adote estratégias pautadas em metodologias ativas e de contextualização, a fim de proporcionar relações entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos dos estudantes, fortalecendo suas habilidades e competências (Damasceno Júnior & Romeu, 2021).

Com a pretensão de compreender acerca do funcionamento da estrutura cognitiva dos sujeitos, dos mecanismos cerebrais, em razão de tornar mais eficiente o processo de aprendizagem, as pesquisas em Neurociência têm alcançado diferentes áreas e profissionais. Em decorrência disso, da associação entre os conhecimentos da Neurociência com os oriundos da Educação, surge, então, a chamada Neurodidática, Neuroeducação ou ainda, Neuropedagogia (Calabria & Nóbile, 2021).

No entendimento de Lent (2001), deve-se denominar Neurociências, em função de sua divisão: Neurociência Molecular, Neurociência Celular, Neurociência Sistêmica, Neurociência Comportamental e Neurociência Cognitiva. Consoante Lent (2010), a Neurociência Cognitiva, que compreende os estudos sobre o pensamento, a linguagem, a memória, a autoconsciência e a

aprendizagem, ocupa papel central entre as áreas neurocientíficas. Gazzaniga, et al., (2013) apontam que décadas de Neurociência Cognitiva demonstraram que diferentes regiões do cérebro participam de uma gama de tarefas cognitivas.

Vale enfatizar que a arquitetura e o funcionamento cerebral sofrem mudanças em decorrência de um fenômeno denominado de neuroplasticidade (Vizzotto, 2019). Relvas (2011) desvenda que os cérebros, sem exceção, têm a capacidade de se reorganizar, isto é, esse órgão tem a propriedade de sofrer modificações como resultado de novas aprendizagens. Atualmente, para um estudo mais aprofundado do funcionamento cerebral, como, por exemplo, sobre a cognição, os cientistas contam com técnicas de neuroimagem e de modelagens, recorrendo a robustas ferramentas de software, que facilitam os testes e a elaboração de hipóteses mais refinadas (Tustison et al., 2014).

A investigação das funções cognitivas, como, por exemplo, da atenção e da memória, tem se modernizado e ampliado cada vez mais. O uso da técnica de imagem por ressonância magnética funcional (IRMf), que permite estudar o cérebro humano in vivo, traz à tona processos complexos subjacentes à fala, linguagem, pensamento, raciocínio, leitura e uso da matemática, entre outros (Brockington, 2011). Foi utilizando a referida técnica que Dunbar, Fugelsang et al. (2007) analisaram como alunos adquirem conceitos de Astronomia. Esses autores procuravam entender como se dá o processo de mudança conceitual, por intermédio do diálogo entre os fundamentos da Neurociência e da Astronomia.

Para Simões e Nogaró (2016), alinhados com os conhecimentos da Neurociência, no processo de aprendizagem, os estudantes mobilizam habilidades mentais para a codificação, armazenamento e recuperação ou evocação das informações obtidas. Mediante esse mecanismo, os alunos podem também estabelecer a seleção, categorização, associação e análise de dados, habilidades imprescindíveis para o ensino de Ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 2000) orientam que as tecnologias sejam efetivamente implementadas para o ensino, como, por exemplo, de Ciências, com a finalidade de despertar a motivação dos estudantes, além de torná-los sujeitos ativos no processo de aprendizagem. Já a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que estabelece as competências, habilidades, atitudes e valores sociais a serem desenvolvidos nos estudantes pelos próximos anos no Brasil, recomenda para o ensino de Ciências que se exercite a curiosidade intelectual dos estudantes, mediante algumas estratégias, como: investigação, reflexão, análise crítica, imaginação, criatividade, dentre outras características próprias das ciências. Para tanto, 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 mais eficiente para a construção de conhecimentos (Brasil, 2018).

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na BNCC, é constituída pelos componentes curriculares de Biologia, Física e Química. Ela visa aprofundar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental, enfatizando a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, de maneira a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Essa área pretende também que os estudantes explorem os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, incorporando todo esse conhecimento historicamente construído em diferentes contextos sociais (Brasil, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) contém uma série de currículos desenvolvidos ao longo dos anos que vem contribuindo de forma significativa na educação, incentivando o estudante a preservar o ambiente na sociedade contemporânea. Como extensão natural, o contexto do Universo tem sido considerado de forma substancial em várias habilidades, onde é recomendado a intervenção da composição, estrutura e localização do Sistema Solar na Galáxia e no Universo.

### 3. Metodologia

Este trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica de revisão integrativa, proposta por Whittemore (2005), sobre as contribuições dos conhecimentos da Neurociência para uma aprendizagem significativa no ensino de Cosmologia, a partir de autores

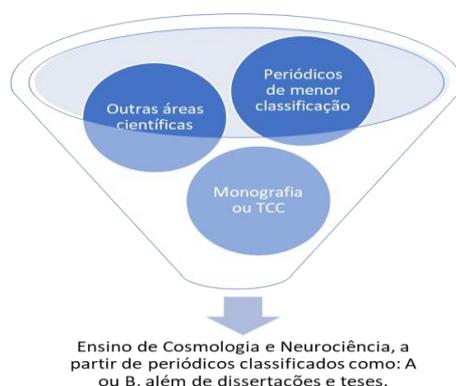
da área, documentos oficiais nacionais e resultados de pesquisas anteriores descritos em artigos, dissertações e teses, no período de 2013 a 2021, mediante consultas a plataformas digitais. Jacobovski e Ferro (2021, p. 3) esclarecem que “[...] o estudo integrativo, busca sintetizar o que foi produzido cientificamente sobre um determinado tema em certo período de tempo, além de confluir trabalhos pautados em diferentes abordagens metodológicas”. Desse modo, os referidos autores representam o suporte metodológico deste trabalho. No entendimento de Gil (2008), uma pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, proveniente de livros e artigos científicos. Em busca preliminar, percebeu-se que são poucos os trabalhos que discutem sobre Cosmologia e Neurociência, assim, todos os artigos encontrados no recorte temporal citado foram utilizados.

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa. De acordo com 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”. O trabalho se caracteriza como uma pesquisa básica. Para 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”.

O presente trabalho, em um de seus principais focos, concentra-se em estudar conteúdos e métodos que “[...] analisam a forma como o conhecimento científico é difundido por meio de métodos e técnicas de ensino aprendizagem. Tratam de abordagens construtivistas e desenvolvimento cognitivo dos alunos [...]” (Bazetto & Bretones, 2011, p. 5).

Nas consultas, optou-se pelos termos-chave: “Neurociência e Educação”, “Ensino e Aprendizagem”, “Física e Astronomia”, “Cosmologia” e “Ensino de Cosmologia”, 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. É importante esclarecer que alguns desses textos foram adotados como consulta ou fundamentação de partes do artigo. A qualidade das produções científicas e a relação dos resumos com o objeto de estudo desta pesquisa foram determinantes no processo de seleção das obras. Levou-se em consideração o Qualis das revistas, pelas quais estavam inseridos os artigos, priorizando-se, assim, os periódicos classificados como: A ou B, visto que possuem um maior fator de impacto. A seguir, a Figura 1 simboliza e traduz a redução de trabalhos utilizados na pesquisa à medida em que foram adotados os critérios de seleção.

**Figura 1** – Ilustração do processo de seleção dos trabalhos, em razão dos critérios adotados na pesquisa.



Fonte: Próprios autores.

#### 4. Resultados e Discussões

A área de Ciências da Natureza, especificamente a Física, na perspectiva da BNCC, deve desenvolver no estudante algumas habilidades essenciais para o seu protagonismo e autonomia. Ademais, a interação com as demais áreas do conhecimento favorece

discussões sobre os impactos éticos, socioculturais, políticos e econômicos de temas relacionados às Ciências da Natureza, possibilitando, desse modo, que o aluno se aproprie de dados e fatos, de fontes confiáveis, a fim de fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, por meio da utilização criteriosa das tecnologias disponíveis (Brasil, 2018).

Apesar disso, o que tem se verificado na prática, em muitas escolas brasileiras, é bem diferente do proposto nos documentos oficiais, na BNCC (Brasil, 2018), por exemplo. Segundo Moreira (2018, p. 75), “[...] os professores são treinadores e as escolas são centros de treinamento. As melhores escolas são aquelas que aprovam mais alunos nos testes”.

Para Moreira (2018), essa é uma visão comportamentalista, mercadológica e massificadora, em que os alunos são treinados para “passarem”, seja nas avaliações interna ou externas, de forma que os alunos, ao chegarem à Universidade, apresentam inúmeras dificuldades, como se não tivessem estudado Física na Educação Básica, fato evidenciado também com outras disciplinas. “O ensino para a testagem não é ensino, é só treinamento para respostas de curto prazo” (Moreira, 2018, p. 75).

Darroz, et al., (2015) apontam que a aprendizagem de Física por memorização mecânica ainda é frequente nas escolas brasileiras. Na compreensão de Oliveira, et al., (2020, p. 40), “caso a assimilação dos novos conteúdos ocorra de maneira arbitrária ou por simples memorização, esse conhecimento será desprovido de significado, terá pouca aplicação prática e será rapidamente esquecido”.

Nesse intuito, os conceitos científicos trabalhados com os alunos pelos professores precisam ser significantes para eles, necessitam traduzir a realidade que experimentam diariamente, revelarem uma forte associação com o mundo em que vivem. Caso contrário, esse conhecimento será limitado, provisório e sem funcionalidade. O máximo que poderá ocorrer é ser apreendido pela memória de trabalho, uma memória de curto prazo. Diferentemente disso, o que se espera é que o conhecimento científico seja incorporado pela memória de longo prazo, que possa ser retido e recuperado por um tempo muito mais longo.

Para os conceitos científicos serem significantes aos alunos, defende-se que a aprendizagem seja significativa. No entanto, o que parece é que os professores não reconhecem, ou nem ao menos conhecem, os benefícios da aprendizagem significativa, ao insistirem em um modelo de currículo reducionista e restrito, que sustenta o uso de práticas discordantes com a realidade dos aprendentes. Um modelo de ensino cujo professor se coloca como o detentor do conhecimento, enquanto ao aluno cabe apenas aceitar e decorar o que é exposto por seu mestre, sem diálogos ou questionamentos, pode formar alunos capazes de transformar a sua realidade e do mundo em que vivem, de forma consciente, crítica, responsável e ética?

Lima *et al.* (2022) abordam o currículo como elemento essencial e norteador da prática pedagógica, no sentido de alicerçar os conteúdos essenciais para a construção discente. Essa construção não se restringe apenas ao conjunto de conhecimentos técnicos científicos, mas perpassa a esfera do saber epistemológico e chega ao conhecimento empírico. Assim, é de grande importância a construção desse documento, principalmente por se entender que é o alicerce da própria prática educativa.

Na tendência pedagógica libertadora, proposta por Paulo Freire (1976), uma educação que despreza as inquietações, ideias e desejos do aluno, que representa apenas um agente passivo no processo, armazenando somente o que lhe é transmitido, é denominada de “educação bancária”. Freire (1976) reconhece a escola como um espaço favorável de inclusão e emancipação, a partir do desenvolvimento da autonomia dos sujeitos.

Silva e Braibante (2018, p. 19) asseveram que “[...] os professores em formação não consideram a aprendizagem significativa um objetivo a ser alcançado dentro da educação”. Catarino, et al., (2013) defendem que a cooperação e o espírito coletivo devem ser objetivos claros e principais, em vez de competições e individualismos, tendo em vista que o ensino de Ciências, como, por exemplo, de Cosmologia, assume um relevante papel, colaborando para a desconstrução de um reducionismo mecanicista e de posturas negacionistas.

Sabe-se que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) configuram uma relevante alternativa para uma aprendizagem significativa no ensino de Ciências, contudo, em geral, percebe-se uma grave contradição: se por um lado, a

mídia quase todos os dias veicula notícias associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, que possibilitou a humanidade conhecer mais sobre o espaço e acerca de outros planetas, além de desenvolver outros medicamentos, vacinas e tratamentos para combater novas doenças e salvar incontáveis vidas, por exemplo; por outro lado, os estudantes brasileiros revelam um baixo interesse pelo ensino de Ciências, que tem impactado nos índices de evasão escolar (Rangel, et al., 2012). Mesmo diante de seu enorme potencial, seja de divulgação, estímulo, criação ou reflexão, uma valiosa fonte de conhecimento, não obstante as escolas públicas ainda apresentam uma tímida utilização dos recursos tecnológicos pelos professores, tanto por uma formação inadequada como pela falta de recursos (Bretones, 2006; Leite, 2006; Guidotti, 2014).

É indiscutível a forte relação existente entre as TDIC e a Cosmologia. Macêdo e Voelzke (2020) destacam o relevante papel das TDIC na compreensão do Universo, principalmente em função da corrida espacial e do desenvolvimento tecnológico. Conforme os autores, os conhecimentos advindos dessa evolução científica e tecnológica “[...] proporcionaram equipamentos ultramodernos, capaz de realizarem observações de lugares nunca antes esperados” (Macêdo & Voelzke, 2020, p. 5). E ainda, as TDIC se revelam como materiais potencialmente significativos, em face dos seus diferentes estímulos sensoriais, que favorecem a percepção dos indivíduos no processo de aquisição de novas informações. Ou seja, as pessoas podem fazer uso de distintos canais sensoriais para a aprendizagem.

Na Educação Básica, infelizmente, algumas concepções alternativas ou erros conceituais persistem no ensino de Astronomia e Cosmologia, como: a concepção de uma Terra plana e que as estações do ano são definidas pela distância da Terra ao Sol, entre outras. Mesmo com tantos anos de evolução da Astronomia, essa distorção da realidade permanece no imaginário popular. Por intermédio de uma formação adequada para o ensino de Astronomia e Cosmologia, acredita-se que será possível preencher essas lacunas.

Com o intuito de uma mudança conceitual relacionada a uma aprendizagem significativa, Macêdo e Voelzke (2020) elucidam que os educadores devem promover atividades que possibilitem aos alunos interagirem com a Ciência e, assim, apropriarem-se dos conhecimentos advindos do desenvolvimento científico e tecnológico. Para eles, os professores devem planejar “[...] formas alternativas que proporcionam ou facilitam a aprendizagem de temas de difícil compreensão e abstração” (Macêdo & Voelzke, 2020, p. 6).

Silva (2009) afirma que alguns fenômenos astronômicos requerem um alto nível de abstração. Para isso, é preciso desenvolver as habilidades cognitivas dos estudantes, como a memória, a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório. Na memória estão disponíveis os conhecimentos prévios dos indivíduos, que servirão de ancoragem para o novo conhecimento. A flexibilidade cognitiva torna possível que uma pessoa encontre soluções mais adequadas de um mesmo problema, a partir de novas perspectivas. Já o desenvolvimento do controle inibitório permitirá um equilíbrio entre a velocidade das respostas e sua veracidade, evitando, dessa forma, respostas inadequadas, não elaboradas, sobretudo por erros de procedimento.

Por outro lado, um modelo de aprendizagem alicerçado em uma limitada transmissão de conteúdos, em que se enfatiza a memorização mecânica, é ineficiente para uma aprendizagem significativa, haja vista que pouco estabelece vínculos com informações já disponíveis no cérebro do indivíduo, em sua estrutura cognitiva. A aprendizagem significativa, portanto, diverge da aprendizagem mecânica, visto que a nova informação interage com algum subsunçor existente na estrutura cognitiva do sujeito. Já na aprendizagem mecânica, conforme Darroz et al. (2013, p. 84) “[...] a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com informações existentes na estrutura cognitiva [...]”.

O fato de professores não evidenciarem as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para o ensino de Ciências, especialmente em Cosmologia, por exemplo, deve estar relacionado a lacunas em sua formação inicial. Silva e Braibante (2018, p. 19) explicam que o desconhecimento dos professores sobre as condições necessárias para atingir uma aprendizagem significativa, em sala de aula, com os seus alunos “[...] pode ser consequência do modelo epistemológico adaptado pelos professores em formação inicial [...]”. Ainda conforme as autoras, “[...] o modelo epistemológico adotado, embora ainda não definido por

alguns professores em formação inicial é empírico (Silva & Braibante, 2018, p. 19). Em outras palavras, os professores acreditam que a transmissão de conhecimento é ainda o melhor caminho, ou talvez o único caminho que conheçam.

Um dos pressupostos para uma aprendizagem significativa é que a nova informação estabeleça uma associação com os conhecimentos prévios do indivíduo, já existentes em sua estrutura cognitiva. Diante disso, quais as habilidades mentais ou cognitivas mobilizadas nesse processo? Para Ramos, et al., (2016, p. 7), “podemos entender que as habilidades cognitivas se referem ao uso das funções mentais nas mais variadas atividades humanas”. Consoante Gatti (1997), pode-se entender as habilidades cognitivas como capacidades que tornam o sujeito competente, permitindo-lhe interagir com o meio.

Na concepção de Parenté (1996), a percepção, a atenção e a memória são elementos constituintes da cognição, que simboliza uma coleção de funções mentais que incluem a concentração, compreensão, aprendizagem, resolução de problemas, raciocínio, dentre outros, permitindo ao indivíduo compreender e se relacionar com o mundo social. Cosenza e Guerra (2011) explicitam que um ensino significativo provoca alterações na taxa de conexão sináptica e afeta a função cerebral. Nesse viés, é estabelecida uma relevante correlação entre as proposições da Neurociência, em especial da Neurociência Cognitiva, com a Aprendizagem Significativa.

“O objetivo das Neurociências Cognitivas é o conhecimento do funcionamento cerebral subjacente à cognição” (Simões & Nogaro, 2016, p. 33). Segundo Simões e Nogaro (2016, p. 33), “a aprendizagem é, portanto, o elo que pode interligar a Neurociência e educação enquanto objeto de estudo”. Na perspectiva de Brockington (2020), as implicações dos conhecimentos neurocientíficos para uma aprendizagem significativa no ensino de Física são bastante favoráveis. Sendo assim, neste trabalho também são reconhecidos os benefícios dessa aproximação para uma aprendizagem significativa no ensino de Cosmologia, por ser uma área da Ciência com estreita relação com a Física.

Contudo, Brockington (2020) alerta quanto ao cuidado que se deve ter com generalizações ou reducionismos, ou até mesmo modismos, lamentavelmente ainda muito evidentes no campo das Ciências. O autor explica que a Neurociência não pode ser vista como uma panaceia. Além disso, os neurocientistas e educadores precisam conversar, a fim de empreenderem esforços conjuntos em busca de desvendar os mecanismos neurais que dão suporte à aprendizagem (Brockington, 2020).

Para compreender os principais entraves relacionados ao ensino de Cosmologia, e se estes estão também associados a não utilização de métodos e técnicas que levem em consideração o funcionamento da estrutura cognitiva dos estudantes, da não utilização dos conhecimentos e benefícios da Neurociência, buscou-se os principais trabalhos relacionados ao tema. Nos Quadros 1 e 2 estão dispostos os trabalhos encontrados em plataformas de busca, a saber: SciELO e CAPES. Observando o Quadro 1, referente ao Portal SciELO, foram encontrados três artigos. É possível perceber que ele está dividido em: lacunas, que se trata de fato das lacunas que esses trabalhos apontam, relacionadas principalmente a falta do ensino de Cosmologia; barreiras, que são os obstáculos que o ensino de Cosmologia sofre quando se trata da aplicação prática; e sugestões que esses mesmos autores trazem para de fato facilitar o ensino de Cosmologia.

**Quadro 1** – Portal SciELO (período 2013 – 2022).

Lacunas (falta/falha)	Barreiras	Sugestões	Autores/ano	Título
O autor suscita que a falta do conhecimento além de gerar desinformação restringe o aluno a elementos importantíssimos para a sua construção.	Currículos educacionais	Reestruturação dos currículos semelhante ao sistema da Finlândia, Noruega e Americano	Fróes, A.L.D. 2014	Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio
Boa parte das abordagens efetivamente ministradas sofre de problemas vários, muitas vezes ancorados na falta de conhecimento dos conteúdos e/ou confusões a respeito por parte dos próprios ministrantes.	Complexidade  Conceitos não-intuitivos.	Dissociar a Cosmologia da Relatividade Geral.	Horvath, J. E. 2020	Alguns conceitos no ensino da cosmologia que quase sempre levam a confusão
A Cosmologia quase nunca é mandatória nos cursos de formação.	Barreiras mentais não racionais nos próprios professores, além claro de um despreparo notório.	Seleção e organização lógica dos conteúdos; Necessário atenção com a inclusão de vivências para os estudantes; Inclusão da dimensão crítica e social desses conteúdos.	Gonçalves, P.C.S., Horvat, H.J.E. & Bretones, P.S. 2022	Levantamento de Recursos Didáticos para o ensino e aprendizagem de Cosmologia

Fonte: Próprios autores.

No primeiro artigo do Quadro 1, Fróes (2014) aborda que a maior barreira encontrada no ensino de Cosmologia são os próprios currículos brasileiros que não oportunizam aos alunos os conhecimentos dessa ciência, no qual muitas vezes o que é ensinado são informações muito superficiais. Decorrente a isso, Fróes (2014) trata que a falta de conhecimentos Cosmológicos, além de gerar desinformação, restringe o aluno a elementos importantíssimos para a sua construção enquanto indivíduo pesquisador e como pessoa. Sendo a Cosmologia uma ciência que proporciona vários estímulos aos estudantes, ela em si é um instrumento que pode enriquecer o ambiente de tal forma que oportunize ao aluno uma plasticidade neural cada vez mais consolidada. Assim, de acordo com Jensen (2011), “o enriquecimento é uma resposta biológica positiva a um ambiente de contraste, no qual modificações mensuráveis, sinérgicas e globais ocorreram” (Jensen, 2011, p. 11).

Assim, a Cosmologia está longe de ser apenas mais uma disciplina no currículo, e sim uma ferramenta que pode desenvolver nos alunos suas potencialidades, explicitando suas aptidões, revelando seus pontos baixos e ajudando de fato a traçar estratégias para cada vez mais ocorrer aprimoramento. É esse enriquecimento que de fato vai levar o aluno a ter uma aprendizagem significativa.

O segundo artigo apontou duas barreiras para o estabelecimento do ensino de Cosmologia. O primeiro foi a questão da complexidade dos termos de Cosmologia, o que dificulta demais a aprendizagem. Além de serem complexos, são termos não tão intuitivos, ou seja, de difícil correlação com os demais. Essas barreiras, de acordo com o autor, estão relacionadas principalmente a maioria das abordagens efetivamente ministradas, pois sofrem de problemas vários, muitas vezes ancorados na falta de conhecimento dos conteúdos e/ou confusões a respeito por parte dos próprios ministrantes.

Para que haja de fato uma aprendizagem significativa, é importante antes de tudo que a Cosmologia passe pelo processo de transposição didática. Segundo Yves Chevallard (1991), “O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática” (Chevallard, 1991, p. 39).

Como o autor aborda, a transposição didática transporta um saber construído em âmbito científico, de forma que se encaixe em sala de aula, o que deve ser feito com os princípios neurocientíficos, concebidos em tempo progresso no âmbito científico. Com os conceitos cosmológicos transformados a partir da transposição didática, há uma facilitação do processo de ensino e aprendizagem. As conexões neuronais vão se organizando ao longo da vida, decorrentes da aquisição do saber. Esses estímulos podem ocorrer de diversas forma, como por exemplo por meio de materiais potencialmente significativos. De acordo com Moreira (2008, p. 19), “uma das condições para ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) a

estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo”.

Um bom material de apoio, que se encaixe como potencialmente significativo, que possa relacionar de forma substantiva as ideias relevantes, que possua linguagem clara, acessível, didática e que faça o uso de comparações que leve o aluno a associá-las com seus subsunçores, ou seja, que se situem no domínio da capacidade do aprender é de extrema importância para o fortalecimento das redes neurais dos alunos, promovendo entre tantas coisas a efetivação do processo de aprendizagem. Nesse viés, sugere-se uma adequada transposição didática e um material didático estimulante como base tanto para o professor quanto para o aluno, a fim de favorecer o ensino de Cosmologia, em acordo com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e dos conhecimentos da Neurociência.

No caso do terceiro artigo, as barreiras apontadas pelo autor dizem respeito em primeiro lugar ao receio dos professores em não querer ensinar Cosmologia, porque historicamente é tida como uma ciência de difícil interpretação, com termos complicados e conseqüentemente a isso o despreparo desses professores. Em decorrência disso, a Cosmologia passa a ser menos frequente em ambientes de ensino básico, sendo restrita a cursos e livros de nível superior.

Entende-se a partir disso que os tabus construídos somados ao ambiente que o indivíduo está inserido pode criar bloqueios que leva professores, por exemplo, a não quererem ensinar determinados conteúdos. Para isso Jensen (2011) aborda que “o sistema corpo-cérebro é governado por uma ampla variedade de fatores [...] o que significa que metade daquilo que nos faz ser o que somos é resultado da genética, e a outra metade resultado do ambiente” (Jensen, 2011, p. 18).

Assim, da mesma forma que os pressupostos e tabus são criados, podem ser desconstruídos, basta a predisposição do indivíduo em aprender.

**Quadro 2 – Portal CAPES (período 2013– 2022).**

Lacunas (falta/falha)	Barreiras	Sugestões	Autores/ano	Título
As concepções, conceitos e crenças que os professores possuem a respeito das teorias, que, supostamente regem o universo, podem influenciar diretamente na visão adotada pelos estudantes em relação à Cosmologia.	São poucas pesquisas que abordam o ensino de Cosmologia não dando subsídio ao professor; Não há investigação quanto às metodologias ativas que podem auxiliar o professor em sala de aula.	O professor não assente o seu saber em informações oriundas apenas de uma vertente de conhecimento, é necessário sobretudo que compreendam que “as teorias científicas, enquanto versões em construção ao longo dos tempos, evidenciaram as mudanças e a complexidade das relações entre os conceitos, assim como as próprias visões da comunidade científica de determinada época.	Martins, M.R. & Neves, M.C.D. 2017	Uma compreensão sobre o ensino de Cosmologia na perspectiva de professores e investigadores.
Não há contribuição para uma educação mais crítica; Tendem a reforçar posturas negativas sobre os erros nas ciências; Essa visão de educação fomenta nos estudantes comportamentos como a memorização, repetição acrítica de procedimentos e truques e a criação de relatórios de atividades experimentais em que os dados sempre corroboram as teorias.	Aulas tradicionais; Exercícios descontextualizados;	Atividades investigativas, contextualizadas, que favorecem debates não só sobre diferentes teorias que podem explicar fenômenos naturais, mas principalmente sobre as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.	Bagdonas, A., Zanetic, J. & Gurgel, I., 2018	O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre a Cosmologia.

Fonte: Próprios autores.

No portal CAPES foram encontrados dois artigos, no período de dez anos. O primeiro aborda dois pontos principais como barreiras, sendo um relacionado à quantidade de pesquisas realizadas, evidenciando poucas que investigam o ensino de Cosmologia e, assim, oferecendo baixo subsídio ao professor. Já o segundo ponto está associado com a questão da investigação acerca das

metodologias ativas que podem auxiliar o professor em sala de aula. Como consequência as concepções, conceitos e crenças que os professores possuem a respeito das teorias que regem o universo podem influenciar diretamente na visão adotada pelos estudantes em relação à Cosmologia.

Face ao exposto, concebe-se que as metodologias ativas são importantes no processo de transposição didática em ambientes de sala de aula aplicada ao ensino de Cosmologia, principalmente por facilitar que ocorra uma aprendizagem significativa, em correspondência aos preceitos da Neurociência.

Já o segundo artigo revela que as barreiras relacionadas ao ensino de Cosmologia em sala de aula estão relacionadas com aulas tradicionais e exercícios descontextualizados. Isso gera nenhuma contribuição para uma educação mais crítica do aluno; tendem a reforçar posturas negativas sobre os erros nas ciências; essa visão de educação fomenta nos estudantes comportamentos como a memorização mecânica, repetição acrítica de procedimentos e truques e a criação de relatórios de atividades experimentais em que os dados sempre corroboram com as teorias. Estes comportamentos nada produtivos são potencializados também em razão do comprometimento das funções executivas, como, por exemplo, da atenção.

Consoante Oliveira-Souza et al. (2020, p. 290) a desatenção pode ser caracterizada por “erros por descuido na escola ou no trabalho, dificuldade de manter o engajamento em deveres ou brincadeiras, deixar tarefas inacabadas ou abandonar brincadeiras antes do término, desorganização [...] interrupção do [...] pensamento por estímulos ambientais irrelevantes”. Ainda conforme os autores, “o denominador comum às manifestações da síndrome de desatenção é, mais uma vez, a propensão anormalmente elevada de reagir aos estímulos ambientais, que se dá à custa da redução (patológica) da capacidade de auto-regulação do indivíduo (Oliveira-Souza et al., 2020, p. 290).

Diante de tais fatos, recomenda-se que o ensino de Cosmologia faça uso de jogos físicos ou virtuais, da experimentação, dentre outras atividades coletivas e participativas, de forma contextualizada, partindo do que o aluno já sabe ou traz consigo, tendo o professor como mediador, pois favorecerá a interação, a autonomia e o engajamento de todos, além da oportunidade de desenvolver a capacidade de auto-regulação motora, sensorial e emocional dos estudantes. Por conta disso, o estudante se apropriará de uma atenção sustentada e concentrada, favorecendo a aprendizagem significativa dos conceitos cosmológicos.

Dessa maneira, estabelecendo a conexão entre Cosmologia e Neurociência, é possível repensar metodologias que possam ser capazes de preencher as lacunas ou carências dessa área da ciência. A contribuição da Neurociência para a Cosmologia, contando com explicações científicas a respeito da estrutura e funcionamento do cérebro, relacionado ao processo de aprendizagem, serve de base para que os professores possam criar métodos de ensino que incorporem essas teorias em sala de aula, ainda mais quando os possíveis métodos não conseguem atender a todos os tipos de aprendizagem.

## **5. Considerações Finais**

Este trabalho realizou uma análise preliminar sobre a aproximação entre os conhecimentos da Neurociência com as proposições da Teoria da Aprendizagem Significativa, com a pretensão de evidenciar as contribuições de seus estudos para o ensino Cosmologia. Além disso, esta pesquisa tem também o propósito de servir como fonte de discussões para o desenvolvimento de futuras investigações nessas áreas do conhecimento, pois muitas questões ainda não possuem respostas.

Para uma aprendizagem significativa em Cosmologia, em conformidade com os conhecimentos da Neurociência, é preciso que alguns pressupostos sejam atendidos, como: o material adotado pelo professor precisa ser potencialmente significativo; o conteúdo precisa ser abordado por meio de uma estruturação lógica e estar relacionado com a arquitetura cognitiva do aluno, de maneira não arbitrária e não literal, favorecendo, dessa forma, as habilidades cognitivas a serem articuladas nesse processo. A predisposição do indivíduo em aprender também é determinante no processo de aprendizado, além de uma visão crítica e reflexiva da realidade.

O desenvolvimento das habilidades mentais nos alunos, contando com os conhecimentos advindos da Neurociência, implicará no aperfeiçoamento de características próprias do ensino de Cosmologia, tais como: análise crítica, abstração, imaginação, criatividade, dentre outras.

Por meio deste estudo, infere-se que a compreensão dos aspectos neurocientíficos proporcionará uma melhor formação e atuação pedagógica, a partir de estratégias mais adequadas, que promovam resultados mais eficientes na aprendizagem dos alunos. Ao conhecer melhor os mecanismos cerebrais que dão sustentação ao processo de aprendizagem, o professor poderá empreender ligações mais fortes e duráveis entre o novo conhecimento com os conhecimentos prévios de seus alunos, fortalecendo as habilidades mentais dos aprendizes, como, por exemplo, a memória, de modo que os conceitos científicos passem a ser significantes para eles.

A partir dos achados aqui apresentados e discutidos, percebeu-se o grande desafio em mobilizar os conhecimentos da Neurociência para uma aprendizagem significativa no ensino de Cosmologia. A aproximação entre essas áreas deve ocorrer com cautela, em busca de um crescimento mútuo, evitando generalizações, reducionismos, modismos, charlatanismos, apropriações imediatistas, simplistas e prescritivas de conceitos neurobiológicos. Ademais, é fundamental que suas particularidades sejam respeitadas e possam se complementar, evitando-se a supervalorização dos conceitos de uma área em detrimento das proposições da outra, pois nenhum conhecimento é mais importante do que o outro.

Esse trabalho poderá ser utilizado como base para pesquisas futuras na área, tendo em vista que reuniu todos os trabalhos encontrados no período de 2013 a 2021 nas principais bases de busca (SciELO e CAPES). Sugere-se, para trabalhos futuros, que sejam realizadas buscas em outros idiomas, uma vez que as pesquisas sobre o tema no Brasil ainda são limitadas. Além disso, será de grande importância a possibilidade de implementação de outros tipos de pesquisas, com a mesma temática, porém, mediante abordagens diferentes, como, por exemplo, uma pesquisa ação ou um estudo de caso, a fim de que sejam identificadas, *in loco*, evidências de uma aprendizagem significativa no ensino de Cosmologia.

Enfim, a comunicação entre a Neurociência e a Educação não pode se limitar à compreensão do complexo e imbricado mecanismo neural, com o risco iminente de aplicação nas escolas sem a devida reflexão e um adequado planejamento. Para que isso não aconteça, portanto, os professores necessitam de uma fundamentação teórica e metodológica proveniente da associação entre os conhecimentos da Neurociência com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, tendo em vista que interpretações equivocadas sejam evitadas.

## Referências

- Astolfi, J. P., & Develay, M. et al. (2005). *A didática das ciências*: Papyrus.
- Bang, M., & Medin, D. (2010). Cultural process in science education: Supporting the navigation of multiple epistemologies. *Science Education*, v. 94, p. 1008-1026.
- Bartoszeck, A. B. (2006). Neurociência na educação. *Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita*, Curitiba, volume 01, p. 1-6.
- Bazetto, M. C. Q., & Bretones, P. S. (2011). A Cosmologia em teses e dissertações sobre ensino de Astronomia no Brasil. In: Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 1, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.
- Brasil. Ministério da Educação (MEC). (2017). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*.
- Brasil. Ministério da Educação (MEC). (2018). *Base Nacional Comum Curricular*.
- Brasil. Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio*.
- Bretones, P. S. (2006) *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.
- Brockington, G. (2011) *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.
- Brockington, G. (2021). Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 43 (1), p. 1-21.
- Calabria, P. H., & Nóbile, M. F. (2021). Neurociências aplicadas à educação: uma análise metodológica. *Revista Cocar*. 15 (31), 1-16.

- Catarino, G. F. C., Queiroz, G. R. P. C., & Araújo, R. M. X. (2013). *Dialogismo, ensino de física e sociedade: do currículo à prática pedagógica*. Ciênc. Educ., Bauru, v. 19 (2), p. 307- 322.
- Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. *Del saber sabio al saber enseñado*, v. 3.
- Cosenza, R. M., & Guerra, L. B. (2011). *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Editora Artmed.
- Creswell, J. W. (2007). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. (2a ed.), Editora Artmed.
- Damasceno Júnior, J. A., & Romeu, M. C. (2021). Contribuições da Neurociência e da Aprendizagem Significativa para o ensino de Física e de conceitos básicos de Astronomia: algumas aproximações preliminares. *Revista Prática Docente*, 6(2), 1 - 22.
- Darroz, L. M., et al. (2013). Mapas conceituais como recurso didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do ensino fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia. *R. B. E. C. T.*, 6 (3).
- Darroz, L. M., Rosa, C. W., & Ghiggi, C. M. (2015). Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de Física. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 5(1), 70-85.
- Dopico, S. I. B. (2019). *Como o Ensino de Cosmologia Pode Contribuir para o Desenvolvimento de Atitudes Transdisciplinares nos Alunos?* Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.
- Dunbar, K., Fugelsang, J., et al. (2007). Do naive theories ever go away? Using brain and behavior to understand changes in concepts. *Thinking With Data*, p. 193.
- Freire, P. (1976). *Ação cultural para a liberdade e outros escritos*. Editora Paz e Terra.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Magnum, G. R. (2013). *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. WW Norton & Company.
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4ª ed.) Editora Atlas.
- Gonçalves, P. C. S., Horvath, J. E., & Bretones, P. S. (2022). Levantamento de Recursos Didáticos para o ensino e aprendizagem de Cosmologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, 1– 22.
- Guidotti, C. S. (2014). *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.
- Heering, P. (2016). The Educational Potential of Teaching Science as Culture. *Science & Education*, 25(7), 745-746.
- Horvath, J. E. (2020). Alguns conceitos no ensino da Cosmologia que quase sempre levam a confusão. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42, 1-6.
- Jacobovski, R., & Ferro, L. F. (2021). Permanent education in Health and Active Learning methodologies: a systematic integrative review. *Research, Society and Development*, 10(3), e39910313391. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13391>
- Jegade, O., & Aikenhead, G. (2004). Transcending cultural borders: Implications for science teaching. In Scanlon, E., Murphy, P., Thomas, J., & Whitelegg, E. (Eds.). *Reconsidering science learning* (pp.153- 175). London: Routledge.
- Langhi, R. (2009). *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. 2009. 372f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.
- Leite, C. (2006). *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.
- Lent, R. (2001). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência*. Editora Atheneu.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais da Neurociência*. 2ed. Editora Atheneu.
- Lima, A. C. S., Correia, A. P. B., de Oliveira Valido, J., & da Silva Santos, J. E. (2022). Formação integral na BNCC: reflexos na Educação Profissional e Tecnológica. *Research, Society and Development*, 11 (9), e9511931328-e9511931328.
- Macêdo, J. A., & Voelzke, M. R. (2020). Aprendizagem significativa, objetos de aprendizagem e o ensino de Astronomia. *REnCiMa*, v. 11 (5), p. 1-19.
- Martins, M. R., & Neves, M. C. D. (2017). Uma Compreensão Sobre O Ensino Da Cosmologia Na Perspectiva De Professores E Investigadores. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 10 (1), p. 22-54.
- Menezes, E. T., & Santos, T. H. (2001). Verbete temas transversais. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil*. Editora Midiamix.
- Moreira, A. M. (2012). O que é afinal Aprendizagem Significativa? *Revista cultural La Laguna Espanha*.
- Moreira, M. A. (2000). Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 22 (1), 94-99.
- Moreira, M. A. (2004). Pesquisa básica em educação em ciência: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educación Científica*. 3 (1),10-17.
- Moreira, M. A. (2008). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Editora UnB.
- Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, 32 (94), 73-80.

- Neto, L. (2020). Extragaláctica, GB Astronomia. Cosmologia. *Notas de Aula. Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas*.
- Oliveira, M. S., Carvalho, M. A., & Mariano, S. M. F. (2020). Contribuições da concepção de aprendizagem significativa de David Ausubel na formação de jovens aprendizes. *Dialogia*, (34), 34-49.
- Oliveira-Filho, K. S., & Saraiva, M. F. O. (2017). *Astronomia e astrofísica*. (4ª. ed.) Editora Livraria da Física.
- Oliveira-Souza, R., Moll, J., Ignácio, F. A., & Tovar-Moll, F. (2021). Cognição e Funções Executivas. In: LENT, Roberto (Coord.). *Neurociência da Mente e do Comportamento*. Guanabara Koogan.
- Parenté, R. (1996). *Retraining Cognition: techniques and applications*. Maryland.
- Plummer, J. D. (2006). *Students' development of astronomy concepts across time*. Doctoral Dissertation, The University of Michigan.
- Ramos, D. K., Lorenset, C. C., & Petri, G. (2016). Jogos educacionais: contribuições da neurociência à aprendizagem. *Revista X*, 2, 1-17.
- Rangel, F. O., Santos, L. S. F., & Ribeiro, C. (2012). E. Ensino de física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29 (1), p. 651-677.
- Relvas, M. P. (2011). *Neurociência e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva*. (5ª Edição.) Wak Editora.
- Ribeiro, J. P. M. (2022). Estimulando a Argumentação Científica em uma turma do Ensino Fundamental. *Research, Society and Development*, 11 (9), e0111931678-e0111931678.
- Rosa, C. W., & Rosa, A. B. (2005). Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 1-18.
- Santos, A. H., & dos Santos, E. R. (2022). Conhecimentos matemáticos para o ensino evidenciados em escritas reflexivas de futuros professores de Matemática. *Research, Society and Development*, 11 (9), e13111931589-e13111931589.
- Schappo, M. G. (2022). *Astronomia: os astros, a ciência, a vida cotidiana*. Editora Contexto.
- Seferin, A. M. L. (2016). *Cosmologia e atividades investigativas no ensino médio: um estudo sobre os efeitos dessa abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes*. 245 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus.
- Silva, J. A. S., & Braibante, M. E. F. (2018). Aprendizagem significativa: concepções na formação inicial de professores de Ciências. *Revista Insignare Scientia*, 1(1), 1-22.
- Silva, T. (2009). Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26 (3), 533 - 546.
- Simões, E. M. S., & Nogaro, A. (2016). *Neurociência cognitiva para educadores: aprendizagem e prática docente no século XXI*. Editora CRV.
- Tustison, N., et al. (2014). Large-scale evaluation of ANTs and FreeSurfer cortical thickness measurements. *NeuroImage*, 99, 166 - 179.
- Vizzotto, P. A. (2019). A Neurociência na formação do professor de Física: Análise curricular das licenciaturas em Física da região Sul do Brasil. *Revista Insignare Scientia*, volume 02 (2), p. 150-165.
- Vygotsky, L. S. (1996). *A formação social da mente*. Editora Martins Fontes.
- Wallow, H. (1995). *A evolução psicológica da criança*. Editora Edições.
- Whittemore R, Knaf K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs*. 2005; 52(5): 546-553.