

NEUROCIÊNCIA E A APRENDIZAGEM BASEADA EM INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE ASTRONOMIA

NEUROSCIENCE AND RESEARCH BASED LEARNING IN ASTRONOMY TEACHING

Katyany Silveira de Goes¹, Guilherme Frederico Marranghelo², Rosana Cavalcanti Maia Santos³

¹ UNIPAMPA/Campus Bagé, katyanygoes.aluno@unipampa.edu.br

² UNIPAMPA/Campus Bagé, guilhermefrederico@unipampa.edu.br

³ UNIPAMPA/Campus Bagé, rosanasantos@unipampa.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta uma análise documental do ensino de Astronomia na educação básica, do 1º ao 9º ano, fundamentada nos princípios da neurociência cognitiva, especialmente nos trabalhos de Consenza e Guerra, e na metodologia *Inquiry-Based Learning*, derivada da filosofia educacional de John Dewey. Observou-se uma progressão curricular que acompanha o desenvolvimento neurocognitivo dos estudantes, partindo de conceitos concretos como escala de tempo e movimento aparente do Sol nos anos iniciais, avançando para abstrações mais complexas como sistema Sol-Terra-Lua e vida no universo nos anos finais. Os dados neurocientíficos indicam momentos propícios para aprendizagem alinhadas com a maturação cerebral em cada faixa etária, enquanto a metodologia IBL potencializa a construção ativa do conhecimento através de atividades instigando a investigação. As limitações identificadas incluem a necessidade de recursos didáticos específicos e formação docente apropriada. O estudo conclui que a integração entre neurociência e IBL apresenta perspectivas boas para superar os desafios encontrados no ensino de Astronomia previstos pela BNCC.

Palavras-chave: Neurociência; Astronomia; Investigação.

Abstract: *This article presents a documentary analysis of the teaching of Astronomy in basic education, from the 1st to the 9th grade, based on the principles of cognitive neuroscience, especially the works of Consenza and Guerra, and on the Inquiry-Based Learning methodology, derived from the educational philosophy of John Dewey. A curricular progression was observed that follows the neurocognitive development of students, starting with concrete concepts such as time scale and apparent movement of the Sun in the early years, advancing to more complex abstractions such as the Sun-Earth-Moon system and life in the universe in the final years. Neuroscientific data indicate favorable moments for learning aligned with brain maturation in each age group, while the IBL methodology enhances the active construction of knowledge through activities that instigate inquiry. The limitations identified include the need for specific teaching resources and appropriate teacher training. The study concludes that the integration between neuroscience and IBL presents good prospects for overcoming the challenges encountered in the teaching of Astronomy.*

Keywords: *Neuroscience; Astronomy; Investigation.*

INTRODUÇÃO

O ensino de Astronomia na educação básica representa um desafio significativo, não apenas pela complexidade e abstração de muitos de seus conceitos, mas também pelo limitado preparo dos professores na área. Nesse contexto, entender como o cérebro humano processa as informações e como a investigação pode ser integrada como estratégia pedagógica torna-se importante para o desenvolvimento de práticas de ensino mais eficazes. Este estudo propõe uma análise do currículo de Astronomia do 1º ao 9º ano ancorado na neurociência cognitiva e da metodologia da *Inquiry-Based Learning* (IBL), com o objetivo de estabelecer conexões entre o desenvolvimento neurocognitivo dos alunos e as abordagens pedagógicas mais adequadas para cada etapa do Ensino Fundamental.

A neurociência cognitiva tem contribuído de forma significativa para a compreensão dos processos mentais envolvidos na aprendizagem, especialmente no que diz respeito ao papel das emoções, da atenção e da memória na construção do conhecimento. Segundo Cosenza e Guerra (2011), o cérebro aprende de forma mais eficaz quando está emocionalmente engajado, o que implica que conteúdos significativos e contextos motivadores são fundamentais para promover a aprendizagem duradoura. Nesse sentido, a astronomia pode despertar curiosidade e admiração, favorecendo o engajamento emocional dos alunos e, por consequência, melhorando o processo ensino-aprendizagem. No entanto, é necessário que as práticas pedagógicas estejam alinhadas com o desenvolvimento neurocognitivo das crianças e adolescentes, respeitando suas fases de maturação e suas formas de compreensão do cotidiano.

Ao mesmo tempo, a *Inquiry-Based Learning* (IBL) surge como uma abordagem pedagógica coerente com as recomendações de teóricos como John Dewey, que defende uma educação ativa, centrada na experiência do aluno e orientada pela curiosidade e pela resolução de problemas reais. A pesquisa científica, ao ser incluída no ensino, não só faz os alunos entenderem melhor, como também eles aprimoram suas habilidades cognitivas superiores. Isso inclui pensar criticamente, ser intelectualmente autônomo, além da capacidade de criar e testar ideias. Massarani (2008), ao discutir a importância da popularização da ciência, destaca a relevância de tornar o conhecimento científico acessível e conectado ao cotidiano, algo que a metodologia investigativa pode favorecer ao aproximar a astronomia da realidade escolar dos alunos. Dessa forma, ao articular os avanços da neurociência com práticas investigativas, este estudo busca contribuir para o desenvolvimento do ensino de astronomia nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cosenza e Guerra (2011) afirmam que o cérebro em desenvolvimento se transforma estruturalmente de maneira significativa e que essa transformação possui uma relação direta com a aprendizagem. “Destaca-se que essas transformações não ocorrem de forma homogênea, mas sim em diferentes regiões cerebrais, em ritmos específicos para cada faixa etária. Assim, conhecer como se dá esse amadurecimento pode ajudar educadores a planejar estratégias mais eficazes, alinhadas às necessidades reais dos alunos” (Cosenza; Guerra, 2011, p. 23).

Durante os primeiros anos de vida até a adolescência, o cérebro apresenta o que se convencionou chamar de “janelas de oportunidade”, períodos sensíveis nos quais certas áreas cerebrais estão mais receptivas a estímulos do ambiente. Até por volta dos 6 anos, por exemplo, há um intenso desenvolvimento do córtex sensório-motor e das áreas relacionadas à linguagem e ao controle motor. Já entre os 7 e os 12 anos, o cérebro amplia sua capacidade de processamento lógico, visual e espacial, com a consolidação de conexões sinápticas no córtex parietal e occipital. A partir dos 12 até cerca dos 14 anos, começa a maturação do córtex pré-frontal, região responsável por funções executivas, como planejamento, autorregulação, tomada de decisões e pensamento abstrato. Nesse período, práticas que incentivem a investigação científica, o raciocínio crítico e a resolução de problemas tornam-se particularmente eficazes, pois aproveitam o amadurecimento dessas funções cognitivas superiores (Cosenza; Guerra, 2011).

Outro ponto importante abordado por Cosenza e Guerra (2011) é a relação intrínseca entre emoção e cognição. As estruturas do sistema límbico, especialmente a amígdala e o hipocampo, que regulam emoções e motivação, estão conectadas ao córtex cerebral. Isso significa que experiências emocionalmente significativas tendem a ser mais facilmente armazenadas na memória e recuperadas posteriormente. Portanto, quando o ensino é capaz de despertar curiosidade ou entusiasmo como frequentemente ocorre nas aulas de astronomia, há maior potencial de aprendizagem. Isso reforça a importância de estratégias pedagógicas que considerem não apenas o conteúdo a ser ensinado, mas também o estado emocional e o estágio de desenvolvimento neurocognitivo dos alunos.

APRENDIZAGEM BASEADA EM INVESTIGAÇÃO (IBL)

As raízes filosóficas da abordagem da *Inquiry-Based Learning* estão em John Dewey, um defensor do ensino que se baseia na experiência e na investigação. Dewey (1938) sustentava que o aprendizado genuíno é aquele que ocorre quando os aprendizes estão envolvidos em investigar a solução de problemas reais. Para Dewey, "toda a educação genuína é realizada na experiência" (DEWEY, 1938, p. 25) e o papel do educador deve ser criar as condições para que esta experiência educativa ocorra.

Transpondo os fundamentos deweyanos para o contexto específico do ensino de ciências, Douglas Llewellyn desenvolveu estruturas práticas que operacionalizam os princípios da investigação em sala de aula. Llewellyn (2013) propõe que o ensino de ciências baseado em investigação deve seguir um ciclo que envolve questões engajadoras, exploração ativa, explicação baseada em evidências e extensão do aprendizado para novos contextos. Para Llewellyn, o professor não deve ser um transmissor de conhecimento, mas um facilitador que orienta os estudantes através de questionamentos estratégicos, permitindo que eles construam seu próprio entendimento científico.

DESAFIOS E LIMITAÇÕES

De acordo com Bartelmebs et. al (2024), o ensino de Astronomia enfrenta desafios significativos, entre eles a complexidade conceitual dos temas abordados, a

escassez de recursos didáticos adequados e a insuficiente formação específica dos professores. Do ponto de vista da neurociência, esses obstáculos tornam-se ainda mais relevantes. Como afirmam Cosenza e Guerra (2011), conteúdos muito abstratos e afastados da experiência cotidiana representam um desafio particular para o cérebro em desenvolvimento, que necessita de estímulos concretos e contextualizados para construir aprendizagens significativas. Além disso, propostas pedagógicas inovadoras, como a IBL, enfrentam resistências nas escolas, muitas vezes pressionadas por metas imediatistas de desempenho em avaliações externas e por práticas tradicionais centradas na transmissão de conteúdos. Como aponta Libâneo (2012), a cultura escolar brasileira ainda valoriza fortemente métodos instrucionais e reprodutivistas, dificultando a adoção de abordagens mais investigativas e centradas na construção ativa do conhecimento pelos estudantes. Essa tensão entre inovação pedagógica e práticas convencionais já era apontada por John Dewey (1938), ao defender que a verdadeira educação exige romper com modelos rígidos e promover experiências autênticas de aprendizagem.

Dante desse panorama, torna-se evidente a necessidade de repensar as estratégias utilizadas no ensino de Astronomia, utilizando métodos que dialoguem com as descobertas da neurociência e que valorizem a curiosidade e o pensamento investigativo dos estudantes. Assim, ao juntar fundamentos teóricos sólidos com práticas pedagógicas inovadoras, é possível construir um ensino de Astronomia mais acessível e significativo para todos os níveis da educação básica.

ANÁLISE DO CURRÍCULO DE ASTRONOMIA SEGUNDO A NEUROCIÊNCIA E IBL

O artigo de Reis e Ludke (2019), mostra que o ensino de Astronomia na Educação Básica, conforme estruturado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), apresenta uma progressão de habilidades que necessita ser analisada sob a perspectiva da neurociência educacional e dos princípios do *Inquiry-Based Learning*. Esta análise busca compreender como os processos cognitivos e as metodologias investigativas podem otimizar a aprendizagem de conceitos astronômicos abstratos.

Anos Iniciais (1º ao 3º ano)

Durante os primeiros anos de escolaridade, a proposta curricular apresenta temas como a escala do tempo, o movimento aparente do Sol e as propriedades da Terra. Segundo as considerações de Cosenza e Guerra (2011), as crianças dessa faixa etária (6 a 8 anos) têm um maior desenvolvimento de áreas cerebrais que estão envolvidas na percepção sensorial e na memória episódica, mas, por outro lado, apresentam limitações importantes nas capacidades de abstração, bem como de atenção sustentada. A IBL sugere jogos e recursos interativos que relacionem a noção de tempo a experiências cotidianas dos alunos, como a hora do lanche, o momento de ir para a escola, o uso de realidade aumentada.

Anos Intermediários (4º ao 6º ano)

O currículo sugere a este nível temas como pontos cardeais, constelações, fases da Lua e a estrutura da Terra. Do ponto de vista neurocientífico, esta fase

corresponde a um amadurecimento importante de lóbulos parietais e ao incremento da memória de trabalho (Cosenza; Guerra, 2011). A IBL sugere investigações estruturadas, onde os estudantes poderiam levantar questões sobre fenômenos observáveis (como as fases da Lua) e sistematizar a coleta de dados.

Anos Finais (7º ao 9º ano)

Nas etapas finais, o currículo evolui em direção a conceitos como atmosfera e fenômenos naturais, Sistema Sol-Terra-Lua e Sistema Solar. O amadurecimento do córtex pré-frontal em 12 a 14 anos de idade possibilita uma maior capacidade de abstração e raciocínio hipotético-dedutivo (Cosenza; Guerra, 2011). A metodologia de IBL pode nesse momento comportar investigações mais aprimoradas, envolvendo formulação e teste de modelos explicativos, onde o pensamento científico deve ser desenvolvido através da experiência reflexiva.

Em sua tese de doutorado, Reis (2023), destaca a importância de atividades investigativas para promover uma compreensão mais profunda dos conceitos astronômicos entre os estudantes do Ensino Fundamental. Diante disso, pode-se dizer que a metodologia IBL permite a construção gradual de conceitos abstratos através de experiências concretas. De forma a preparar o terreno neural para a compreensão dos conteúdos mais abstratos, elaborou-se um quadro (Quadro 1) onde mostramos como a prática pedagógica pode (e deve) se ajustar ao desenvolvimento cerebral de cada faixa etária, aproveitando os momentos de maior plasticidade e sensibilidade para determinados tipos de aprendizagem.

Quadro 1- Desenvolvimento Cerebral, Funções Cognitivas e Estratégias Pedagógicas (até os 14 anos)

FAIXA ETÁRIA	REGIÕES CEREBRAIS EM MAIOR DESENVOLVIMENTO	FUNÇÕES COGNITIVAS ASSOCIADAS	ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS RECOMENDADAS
0 a 6 anos	Côrtex sensório-motor, áreas da linguagem, cerebelo	Controle motor, percepção sensorial, aquisição da linguagem, socialização	Jogos sensoriais, histórias, músicas, interação verbal, brincadeiras exploratórias
7 a 9 anos	Côrtex parietal e occipital	Pensamento concreto, percepção espacial, início do raciocínio lógico	Atividades práticas, uso de imagens e mapas, manipulação de materiais concretos
10 a 12 anos	Côrtex temporal e fortalecimento de conexões sinápticas	Organização de ideias, memória, raciocínio lógico mais estruturado	Projetos investigativos, experiências simples
12 a 14 anos	Côrtex pré-frontal (início da maturação)	Pensamento abstrato, autorregulação, planejamento, tomada de decisões	Discussões orientadas, resolução de problemas complexos, simulações, projetos interdisciplinares

Fonte: Autora (2025)

Ao reconhecer essas fases de maior plasticidade neural, é possível alinhar os métodos de ensino às necessidades e potencialidades dos alunos, otimizando a aprendizagem.

Na faixa etária de 0 a 6 anos, quando o desenvolvimento cerebral está centrado no córtex sensório-motor e nas áreas da linguagem, atividades que envolvem estímulos multisensoriais são essenciais para promover a aprendizagem. Um exemplo disso é o trabalho de Oliveira e Bernardes (2021), que desenvolveram oficinas de Astronomia com crianças da Educação Infantil utilizando músicas, histórias e jogos simbólicos para introduzir noções como dia e noite, Sol e Lua. Os autores destacam que, ao trabalhar com a ludicidade e o movimento, é possível estimular tanto a linguagem quanto a percepção sensorial, favorecendo a construção de significados de maneira condizente com o estágio neurocognitivo dessa faixa etária.

Para crianças de 7 a 9 anos, cujo desenvolvimento está associado ao córtex parietal e occipital, o pensamento concreto e a percepção espacial são as funções cognitivas mais evidentes. Nessa etapa, o uso de materiais manipuláveis e observações diretas torna-se fundamental. O estudo de Melo e Ostermann (2011) exemplifica esse princípio ao propor atividades práticas de Astronomia com estudantes do Ensino Fundamental, como a construção de modelos do sistema solar e observações com lunetas. Os autores evidenciam que esse tipo de abordagem não apenas favorece o entendimento dos conteúdos, como também estimula o raciocínio lógico e espacial, altamente dependentes das regiões cerebrais em desenvolvimento nessa fase.

No caso de alunos entre 10 e 12 anos, que apresentam fortalecimento das conexões sinápticas e maior capacidade de organização de ideias, memória e raciocínio lógico estruturado, as estratégias investigativas tornam-se mais eficazes. Um exemplo é o trabalho de Reis, Michele e Tamara (2020), que aplicou oficinas de Astronomia baseadas em IBL com estudantes do Ensino Fundamental, abordando conteúdos como eclipses e fases da Lua. A autora destaca como a autonomia investigativa, aliada ao uso de modelos físicos e à mediação docente, contribuiu para uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Por fim, na faixa dos 12 aos 14 anos, o desenvolvimento do córtex pré-frontal permite a introdução de atividades que envolvam pensamento abstrato, autorregulação e tomada de decisões. Um exemplo pertinente é o trabalho de Ferreira e Oliveira (2025), que propuseram um projeto interdisciplinar com foco em Astronomia e sustentabilidade, a pesquisa investigou a eficácia da aplicação de uma metodologia prática, que envolveu a construção de maquetes, no ensino de Astronomia para o Ensino Fundamental. Combinando recursos teóricos e práticos, promoveu a participação ativa, a curiosidade científica e o pensamento crítico. Os autores observaram avanços significativos na capacidade de argumentação, planejamento e colaboração entre os estudantes, reforçando a importância de estratégias pedagógicas alinhadas ao estágio de maturação cerebral nessa fase.

Considerando as pesquisas em neurociência, a aprendizagem ativa que é um elemento constitutivo da abordagem investigativa (IBL), revela-se significativamente mais eficaz do que métodos passivos, além disso, no âmbito do ensino de Astronomia, a prática investigativa contribui para a formação de novas conexões sinápticas e para o fortalecimento dos circuitos neurais, favorecendo, assim, a retenção do conhecimento em longo prazo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permite concluir que o ensino de Astronomia, quando estruturado considerando os princípios neurocientíficos e a metodologia investigativa, sobressai a transmissão de conteúdos e se transforma em uma ferramenta potencial para o desenvolvimento cognitivo integral. A progressão curricular que respeita o desenvolvimento cerebral dos estudantes, partindo do concreto ao abstrato, não apenas facilita a aprendizagem dos conceitos astronômicos, mas também potencializa o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

A aproximação entre neurociência e filosofia educacional de Dewey representa um caminho favorável para a educação científica, especialmente no campo da Astronomia, que naturalmente desperta curiosidade. Esta abordagem integrada valoriza tanto os aspectos biológicos da aprendizagem quanto a dimensão experiencial e social da construção do conhecimento, humanizando o processo educativo e reconhecendo o estudante como protagonista ativo de sua descoberta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTELMEBS, R. C., STRAPASSON, S. C. F., & COELHO, C. E. (2024). **Análise da Implementação da BNCC no Ensino de Astronomia: Desafios e Oportunidades.** Cadernos Cajuína, 9(4), e249413. <https://doi.org/10.52641/cadcajv9i4.552>. Disponível em: <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/552> . Acesso em: 22 de mai. 2025
- CONSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende.** Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DEWEY, J. **How we think.** Boston: D.C. Heath & Co., 1933. Disponível em: <https://bef632.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/dewey-how-we-think.pdf> . Acesso em: 14 de mai. 2025
- DEWEY, J. **Experience and education.** New York: Kappa Delta Pi, 1938. Disponível em: <https://www.schoolofeducators.com/wp-content/uploads/2011/12/EXPERIENCE-EDUCATION-JOHN-DEWEY.pdf> . Acesso em: 14 de mai. 2025
- FERREIRA, Wagner do Nascimento; OLIVEIRA, Adriano Mesquita. **Metodologias ativas no ensino de Astronomia: o uso de maquetes para concretizar conceitos abstratos no ensino fundamental.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Guarapari, Guarapari, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/5747> . Acesso em: 22 de maio 2025.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** São Paulo: Cortez, 2012. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/204082/2/Livro%20Didatica.pdf> . Acesso em: 22 de mai. 2025
- LLEWELLYN, D. (2013). **Teaching High School Science Through Inquiry and Argumentation** (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/793082704/Teaching-High-School-Science-Through-Inquiry-and-Argumentation-2nd-Edition-Douglas-J-Llewellyn-all-chapter-instant-download> . Acesso em: 22 de mai. 2025

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Orgs.). **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/UFRJ, 2002. p. 25-40. Disponível em: https://www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/cienciaepublico.pdf. Acesso em: 14 de maio. 2025

MELO, Glauco José Cordeiro de; OSTERMANN, Fernanda. **A Astronomia no Ensino Fundamental: uma proposta de ensino com enfoque investigativo**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 13, p. 39–56, 2011. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br>. Acesso em: 22 de maio 2025.

OLIVEIRA, Ana Rita Dy Kárcia Monteiro de; BERNARDES, Adriana Oliveira. **Uma discussão sobre a utilização da música para o ensino de Astronomia na Educação Infantil**. In: BERNARDES, Adriana Oliveira; PEREIRA, Bruna Freiman (Org.). *Astronomia no âmbito da educação não formal: uma possibilidade na formação docente*. 1. ed. [S.I.]: [s.n.], 2021. p. 82–90. DOI: 10.46898/rfb.9786558892465.7. Disponível em: https://textolivre.pro.br/pluginfile.php/5155/mod_data/content/8133/Uma%20discuss%C3%A3o%20sobre%20a%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20da%20m%C3%A9sica%20para%20o%20ensino%20de%20Astronomia%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Infantil%20.pdf. Acesso: 22 de maio. 2025

Reis, M. T. (2023). **Ensino e aprendizagem de astronomia sob a perspectiva do ensino por investigação e da teoria dos campos conceituais a partir da Base Nacional Comum Curricular**. [Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Maria]. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/29366/TES_PPGQVS_2023_REIS_MICHELE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 de maio. 2025

REIS, Michele, Tamara; LÜDKE, Everton. **Levantamento de interesses dos estudantes sobre astronomia: um olhar sobre as orientações para o currículo de ciências nos anos finais do ensino fundamental**. Vivências, v. 15, n. 28, p. 152-164, 2019. Disponível em: <http://www.revistavivencias.ufrn.br/>. Acesso em: 22 de maio. 2025