



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS ARAPIRACA
QUÍMICA - LICENCIATURA - EaD

EMANOELLY MARIA BEZERRA DA SILVA

**QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II SOB A LUZ DE CONCEITOS
NEUROEDUCACIONAIS POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROJETOS**

ARAPIRACA

2023

Emanoelly Maria Bezerra da Silva

Química no Ensino fundamental II sob a luz de conceitos neuroeducacionais por
meio da aprendizagem baseada em projetos

Trabalho Conclusão do Curso (TCC),
apresentado ao curso de Licenciatura em
Química da Universidade Federal de Alagoas
como requisito à obtenção do grau de
licenciatura em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Monique Gabriella
Angelo da Silva

Arapiraca

2023



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial Campus Arapiraca - BSCA

S586q

Silva, Emanoelly Maria Bezerra da

Química no Ensino fundamental II sob a luz de conceitos neuroeducacionais por meio da aprendizagem baseada em projetos [recurso eletrônico] / Emanoelly Maria Bezerra da Silva. – Arapiraca, 2023.

56 f.: il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Monique Gabriella Angelo da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química - EaD) - Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Arapiraca, 2023.

Disponível em: Universidade Digital (UD) / RD- BSCA– UFAL (Campus Arapiraca).

Referências: f. 53-56.

1. Ensino de química. 2. Ensino fundamental II. 3. Neuroeducação. 4. Metodologias ativas. I. Silva, Monique Gabriella Angelo da. II. Título.

CDU 54

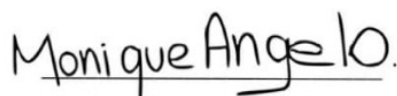
Emanoelly Maria Bezerra da Silva

Química no Ensino fundamental II sob a luz de conceitos neuroeducacionais por
meio da aprendizagem baseada em projetos

Trabalho Conclusão do Curso (TCC),
apresentado ao curso de Licenciatura em
Química da Universidade Federal de Alagoas
como requisito à obtenção do grau de
licenciatura em Química.

Data de aprovação: 12/09/2023.

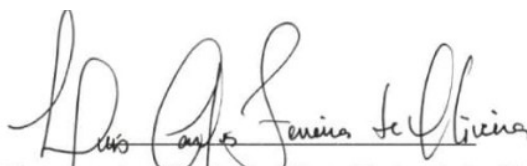
Banca Examinadora



Prof.^a Dr.^a Monique Gabriella Angelo da Silva
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus A. C. Simões
Instituto de Química e Biotecnologia - IQB
(Orientadora)



Prof. Dr. Thiago Barros Correia da Silva
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)



Prof. Me. Luis Carlos Ferreira de Oliveira
Instituto Federal de Alagoas – IFAL
Campus Marechal Deodoro
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir força e coragem para chegar ao fim do curso, apesar de muitas vezes ter pensado em desistir pelas dificuldades encontradas ao longo da jornada acadêmica. Agradecer aos meus filhos, que por existirem, incentivam-me a crescer e buscar todos os dias ser uma pessoa melhor.

Agradeço a todos os professores, coordenadores e tutores que passaram pelo curso. E agradecer em especial a professora Monique Gabriella, por suas orientações na escrita da pesquisa. Como também, meu agradecimento com muito carinho e saudade a professora Maria do Socorro Dias de Oliveira, em memória, por tudo que nos ensinou, por tantas conversas e conselhos com exemplos das experiências vividas por ela. A forma como ensinava e nos mostrava que professor mediador contribui para a aprendizagem diferente do professor autoritário, a aprendizagem está ligada ao campo das emoções, como os professores marcam nossas vidas pela sua forma (positivamente ou negativamente) de ensinar, como os professores de temperamento muito forte impactam seus alunos pela sua ignorância e não pelo que está ensinando. Maria do Socorro, o seu papel como professora sem dúvida foi cumprido na terra, obrigada por tanto!

Agradecer à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à Universidade Aberta do Brasil (UAB), pela oferta de cursos à distância, facilitando o acesso ao ensino superior.

Ensinar sem levar em conta o funcionamento do cérebro seria como tentar desenhar uma luva sem considerar a existência da mão.

Leslie Hart

RESUMO

A neuroeducação é uma ciência multidisciplinar que envolve conhecimentos de neurociência, psicologia e educação. Os conceitos neuroeducacionais permitem que o professor alcance melhores resultados em sala de aula a partir da compreensão de como ocorre o processo de aprendizagem no cérebro, assim como fazer a escolha de metodologias eficazes. Contribuir para o ensino de Química, em específico o aplicado no ensino fundamental II, através do uso de conceitos neuroeducacionais para justificar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos como ferramenta para facilitação do processo de ensino e aprendizagem. Os meios técnicos investigativos para o embasamento teórico da pesquisa são de caráter bibliográfico, os artigos foram buscados nos bancos de dados da Scopus e do Google Acadêmico. Na Scopus, as palavras-chave utilizadas foram: Neuroeducação (primeiro termo) Aprendizagem baseado em projetos e Ensino de Química (segundo termo). No Google Acadêmico foi utilizado o termo neuroeducação e ensino de química, nas duas bases de dados foram utilizados para restringir a amplitude da pesquisa os filtros de idioma em português e data de criação entre 2018 a 2022. A partir da revisão de literatura, conclui-se que alguns fatores contribuem no processo de ensino e aprendizagem, por exemplo, o que está sendo apresentado para o aluno deve ter sentido e aplicação no cotidiano, contextualização ativa as sinapses por percepção e associação, desafios possíveis de alcançar contribuem para motivação e atenção, assim como as emoções estão vinculadas as formações de memória e as necessidades de sobrevivência humana estão intimamente ligadas ao processo de consolidação do conhecimento. Dessa forma, considerando os fatores neuroeducacionais apresentados, os mesmo proporcionarão aos alunos melhor compreensão dos conteúdos de química.

Palavras-chave: ensino de química; Ensino fundamental II; neuroeducação; aprendizagem baseada em projeto.

ABSTRACT

Neuroeducation is a multidisciplinary science that involves knowledge of neuroscience, psychology and education. Neuroeducational concepts allow teachers to achieve better results in the classroom by understanding how the learning process takes place in the brain, as well as choosing effective methodologies. To contribute to the teaching of chemistry, specifically that applied in elementary school II, through the use of neuroeducational concepts to justify the Project-Based Learning methodology as a tool for facilitating the teaching and learning process. The technical means of investigation for the theoretical basis of the research are bibliographical in nature, and the articles were searched for in the Scopus and Google Scholar databases. In Scopus, the keywords used were: Neuroeducation (first term) Project-based learning and Chemistry teaching (second term). In Google Scholar, the terms neuroeducation and chemistry teaching were used. In both databases, the language filters in Portuguese and date of creation between 2018 and 2022 were used to restrict the scope of the search. From the literature review, it can be concluded that some factors contribute to the teaching and learning process, for example, what is being presented to the student must have meaning and application in everyday life, contextualization activates synapses through perception and association, achievable challenges contribute to motivation and attention, just as emotions are linked to memory formations and human survival needs are closely linked to the process of consolidating knowledge. Thus, considering the neuroeducational factors presented, they will provide students with a better understanding of chemistry content.

Keywords: chemistry in Elementary School II; chemistry teaching; neuroeducation; project based learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Neuroeducação.....	11
Figura 2 - Encéfalo visto por PET/SPECT Scans	23
Figura 3 - Pesquisas Publicadas sobre Neuroeducação no Google Acadêmico entre os anos de 2018 a 2022.....	28
Figura 4 - Sistema Nervoso Central e Periférico	29
Figura 5 - Sistema Nervoso Central	30
Figura 6 - Divisão do prosencéfalo	31
Figura 7 - Etapas para desenvolvimento ABP	41
Figura 8 - Resultados Esperados da ABP	42
Figura 9 - Desenvolvimento esperado de habilidades na BNCC e ABP	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios individuais do estudante	25
Quadro 2 - Princípios da Neuroeducação	26
Quadro 3 - Diretrizes Instrucionais da Neuroeducação	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projeto
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EEGs	Eletroencefalografia
LDB	Leis de diretrizes e bases da educação nacional
PCN	Parâmetro Comum Curricular
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TDAH	Transtorno Déficit de atenção e hiperatividade
TEPT	Transtorno de Estresse Pós-Traumático
TICs	Tecnologias da Informação e da Comunicação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UFAL	Universidade Federal de Alagoas

SUMÁRIO

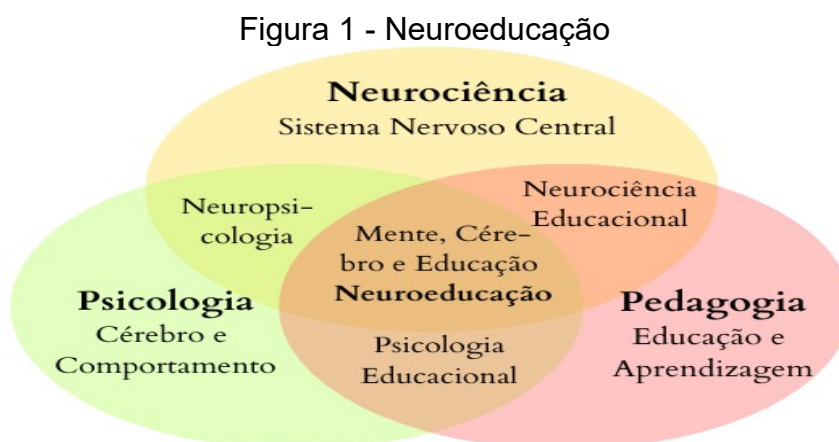
1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	METODOLOGIA.....	15
4	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
4.1	A QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II.....	17
4.2	NEUROEDUCAÇÃO.....	21
4.2.1	Termos da Anatomia do Sistema Nervoso Central.....	28
4.2.2	Fundamentação Científica no Processo de Ensino e Aprendizagem.....	32
4.3	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO (ABP).....	37
5	NEUROEDUCAÇÃO NA ABP E O ENSINO DE QUÍMICA.....	44
5.1	PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO.....	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Analisar o funcionamento do cérebro faz parte de uma das finalidades da neurociência, a qual estuda o sistema nervoso como todo e foi a partir da junção de conhecimentos da neurociência com as áreas de estudo do comportamento humano (psicologia) e a de desenvolvimento de competências e habilidades humanas (educação) que surgiu a neuroeducação. Como citado por Ferreira (2022, p. 13):

A Neuroeducação surgiu da combinação das áreas da Neurociência, Psicologia e Educação para tratar de estudos direcionados a busca de compreender as questões relacionadas ao desenvolvimento cerebral, o funcionamento dos processos de aprendizagem, atenção, memória, comportamento, emoções e também da evolução cognitiva, permitindo um novo olhar para a grande área do conhecimento. (FERREIRA, 2022, p. 13).

A figura a seguir pode ilustrar de maneira objetiva o conceito de neuroeducação.



Fonte: Adaptação de Tokuhamas-Espinosa (2008).

Sendo assim, a neuroeducação apresenta conceitos com aplicação multidisciplinar que busca difundir como os cérebros mesmo apresentando anatômicas físicas semelhantes, em sala de aula são únicos e devem ser trabalhados de acordo com suas singularidades (BATISTA, 2018).

As metodologias ativas trouxeram para sala de aula possibilidades de tornar o ensino tradicional, dos professores vistos como o detentor do saber, para o ensino inovador, com professores mediadores do conhecimento, e colocar o aluno como o protagonista da sua jornada de aprendizagem (AZEVEDO, 2021).

São muitas as opções de metodologias ativas, algumas como: sala de aula invertida, gamificação em sala de aula, estudo de caso, aprendizagem baseada em projetos entre outros. A metodologia explorada na pesquisa será a aprendizagem baseada em projetos, no qual os conteúdos da disciplina são trabalhados durante a construção de projeto que pode ser desde um artigo a uma peça teatral, as atividades são elaboradas de maneira sistemática seguindo etapas, colocando em prática o conhecimento teórico na resolução de problemas.

A maioria dos alunos chegam ao ensino médio com uma opinião formada sobre a disciplina de química (não gosta, não entende ou não ver finalidade para aplicação), com essa situação conclui-se que o problema já vem do ensino fundamental II, portanto, é relevante buscar metodologias de ensino que possam conquistar os alunos e que eles aprendam a importância da química para humanidade (SÁVIO; PESSOA, 2021).

É preocupante que os cursos de licenciatura não tenham nenhuma disciplina voltada para mostrar como o cérebro humano funciona, já que o professor trabalha com cérebros todos os dias. Então, é interessante que o professor a partir do conhecimento das bases neuroeducacionais possa escolher uma metodologia que alcance melhores resultados (BRANDÃO; CALIATTO, 2019). Portanto, a pesquisa analisa a ABP a partir da neuroeducação, em específico para o ensino fundamental II por ser o primeiro contato do aluno com a química.

A pesquisa justifica-se por buscar novas maneiras que possam tornar o ensino de química mais eficaz e prazeroso. Levando em consideração o atual cenário sobre educação no Brasil, principalmente após a pandemia, onde cresceu a preocupação acerca de novas metodologias de ensino, é de extrema importância que o professor tenha conhecimento de como o cérebro aprende e quais ferramentas podem auxiliar em sala de aula (BATISTA, 2018), entender como os conhecimentos de neuroeducação e da metodologia por desenvolvimento de projetos, podem contribuir para diminuir problemas como: falta de interesse pela química, falta de atenção, de associação e memorização do conteúdo, e quais técnicas devem ser utilizadas para cada atividade.

O professor pode tornar as aulas mais ou menos atraentes de acordo com a sua metodologia, e com um pouco mais de responsabilidades dos professores de ciências da natureza do ensino fundamental II, pois é a partir das aulas de ciências da natureza onde o aluno tem o primeiro contato com a química, então como o ditado popular já diz “a primeira impressão é a que fica” é interessante que o

professor trabalhe com metodologias inovadoras para conquistar o aluno, pois apesar da química estar presente no nosso cotidiano torna-se de difícil entendimento por parte dos alunos em consequência da disciplina apresentar muitos conceitos abstratos onde eles tendem a questionar a necessidade daquele estudo.

Considerando este cenário, este trabalho visa analisar a importância do conhecimento em neuroeducação associado a prática metodológica de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como ferramenta para facilitação do processo de ensino e aprendizagem. Para tal finalidade, realizou-se uma revisão da literatura para o embasamento teórico, e uma identificação de possíveis contribuições da ABP de acordo com justificativas neuro educacionais. Tendo alcançado um entendimento do que se busca investigar neste trabalho, algumas atividades com conteúdos de química são propostas para serem aplicadas com os alunos do ensino fundamental II.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir para o ensino de Química, em específico o aplicado no ensino fundamental II, através do uso de conceitos neuroeducacionais para justificar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos como ferramenta para facilitação do processo de ensino e aprendizagem.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento bibliográfico para o embasamento teórico;
- Examinar a química aplicada no ensino fundamental II;
- Investigar como as bases neuroeducacionais podem contribuir no processo da construção do conhecimento;
- Identificar as contribuições da aprendizagem baseada em projetos a partir de justificativas neuroeducacionais no processo de ensino e aprendizagem;
- Propor atividade baseada em projeto.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma investigação de como o conhecimento sobre neuroeducação pode auxiliar o professor em sala de aula, justificar a escolha das atividades, recursos e metodologias.

A pesquisa realizada foi de natureza básica (GIL, 2017), e de caráter exploratório e explicativo, ou seja, foi realizado um levantamento de informações sobre as temáticas envolvidas, e posteriormente analisadas e interpretadas com fins de identificação de pontos que justifiquem o uso da neuroeducação no ensino de química. Segundo, Severino (2017):

A pesquisa exploratória busca apenas levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto. Na verdade, ela é uma preparação para a pesquisa explicativa.

A pesquisa explicativa é aquela que, além de registrar e analisar os fenômenos estudados, busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, seja através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos. (SEVERINO, 2017, p. 129).

Os meios técnicos investigativos para o embasamento teórico da pesquisa são de caráter bibliográfico, seguiu-se a busca por materiais de diversos tipos de publicações incluindo os materiais impressos e online; livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos (GIL, 2017).

A pesquisa foi realizada durante os meses de dezembro do ano de 2022 e maio do ano de 2023, os artigos foram buscados nos bancos de dados da Scopus (a base de dados Scopus foi sugerido pelo portal da periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a partir da realização de buscar por termo) e no banco de dados do Google Acadêmico. Na Scopus, as palavras-chave utilizadas foram: Neuroeducação, na primeira busca, e Aprendizagem baseado em projetos e Ensino de Química, o segundo termo buscado. No Google Acadêmico foi utilizado o termo neuroeducação e ensino de química, nas duas bases de dados foram utilizados para restringir a amplitude da pesquisa os filtros de idioma em português e data de criação entre 2018 a 2022, após as etapas citadas foram então descartados os artigos sem links em pdf, arquivos fechados, livros e arquivos em que os títulos saiam da área de pesquisa em

educação. Também foram utilizadas publicações com dados seminais, muito importante para apresentação de conceitos, onde o filtro de data de criação não se aplica.

Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa, já que a coleta de dados é por meio de pesquisas já publicadas e não seguirá estudos por quantidade, dados numéricos ou estatísticos.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 A QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II

Diante das constantes mudanças que a sociedade vivencia, questiona-se o papel da escola nessa sociedade imersa em tecnologia, onde exige um novo tipo de profissional, mais flexível, capaz de acompanhar as transformações e inovações que estão acontecendo fora do muro das escolas. Com isso o professor deve buscar constantemente alternativas de ensino que possam instigar o aluno a desenvolver o protagonismo no processo de aprendizagem.

De acordo com as Leis de diretrizes e bases da educação nacional (LDB), a educação deve, além de prezar pelo desenvolvimento intelectual do aluno, prepará-lo para viver em sociedade e para o mercado de trabalho (BRASIL, 1996). A educação brasileira é composta por: educação básica (ensino infantil, ensino fundamental e ensino médio) e ensino superior.

No caso do ensino fundamental a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) definiu que os nove anos de duração sejam divididos em 2 etapas: ensino fundamental I, do 1º ao 5º ano, com idades de seis a dez anos, e o ensino fundamental II, do 6º ao 9º ano, com idades de onze a quatorze anos. E posteriormente, o ensino médio com a duração de três anos (BRASIL, 2018).

A pesquisa teve por opção o ensino fundamental II por ser o primeiro contato do aluno com a química, sendo abordada na disciplina de ciências da natureza em conjunto com a biologia e a física.

A disciplina de ciências da natureza, no ensino fundamental II, carrega a responsabilidade de apresentar os conteúdos de química ao aluno, dependendo de como os conteúdos são trabalhados pode aguçar a curiosidade e paixão do aluno pela matéria ou seguir o caminho inverso do que se deseja, e o aluno levar a sua insatisfação para toda sua jornada na escola. E questionar os professores com uma frase muito conhecida pelos docentes: “Para que eu preciso estudar química?”.

Essa frase vem se repetindo na sala de aula a bastante tempo, essa reprise do questionamento sobre a importância da química por parte dos estudantes desperta um alerta de que pode haver algo de errado no ensino de química, sendo passado de geração para geração, onde os estudantes não conseguem perceber que

estamos cercados por química e a relevância do seu estudo, como apontado por Sávio e Pessoa (2021):

A Química é uma ciência que está constantemente presente em nossa vida e na sociedade, em produtos para consumo, nos medicamentos e tratamentos médicos, na alimentação, nos combustíveis, na geração de energia, nas propagandas, nos avanços tecnológicos, no meio ambiente e assim por diante. Portanto, desde cedo, o aluno deve conhecer uma Química que faça sentido para ele. Não uma Química que se reduza à Tabela Periódica, substâncias químicas, fórmulas e cálculos, e sim aquela que vai despertar uma maior consciência socioambiental e que possa ser utilizada em prol da melhoria da qualidade de vida. (SÁVIO; PESSOA, 2021, p. 03)

Portanto, é necessário que o aluno reconheça a química no seu cotidiano com um olhar que vai além dos conteúdos predefinidos para serem trabalhados ao decorrer do ano, em que o aluno comprova a memorização do conteúdo a partir da aplicação de provas e depois as informações são perdidas pois não foram concretizadas como conhecimento. Ou seja, a contextualização dos conteúdos com práticas do cotidiano é relevante para estimular o pensamento crítico do aluno (SANTANA, 2020).

É importante ressaltar que estudar as ciências naturais não é apenas aprender seu conteúdo conceitual. Por ser uma disciplina formada por três importantes áreas de ensino: biologia, física e química, espera-se que o aluno desenvolva habilidades e competências essenciais para o desenvolvimento da aprendizagem necessária para o ingresso no ensino médio.

Ao fim do ensino fundamental, além da compreensão dos conceitos trabalhados em ciências naturais (os quais apresentam uma quantidade significativa de leis, teorias e modelos) os alunos devem saber identificar os conceitos contextualizados na sociedade, na cultura e meio ambiente, como também como ocorre os processo e práticas de investigação (Brasil, 2018).

Nos livros didáticos, o ensino das disciplinas que integram as ciências da natureza são passados para os alunos sem a contextualização e interdisciplinaridade que a disciplina necessita para que ocorra a aprendizagem integrada dos conteúdos, conforme observado pelos autores: Kelm e Uhmman (2021) e Reinaldo e Caldeira (2023).

Os livros didáticos de ciências da natureza apresentam os conteúdos de biologia do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, ensinados de forma contínua e anteposta aos conteúdos de química e física. No ensino de ciências, a contextualização e o articulamento das disciplinas é um procedimento relevante para assegurar que o aluno compreenda que todas as disciplinas são importantes.

Porém, infelizmente a realidade encontrada é que os conteúdos de química e física são trabalhados apenas no último ano do ensino fundamental II, implica para contribuir para o aumento do desinteresse dos alunos nas aulas de química e física, e consequentemente a falta de associação entre a teoria e a prática (SANTANA, 2020).

Ao explorar o Parâmetro Comum Curricular (PCN) do ano de 1998 e a Base Nacional Comum Curricular dos anos de 2013, elaborados pelo governo federal brasileiro para orientar a educação no país, fica perceptível que o ensino tradicional já estava sendo visto como uma forma de ensino ultrapassadas, e lamentavelmente ainda é uma realidade em muitas escolas, o que ficou claro com a chegada da pandemia no ano de 2020, de acordo com Cordeiro (2020):

No entanto, muitos professores ainda vêm a tecnologia em sala de aula como mais uma ferramenta de ensino onde por muitas vezes, aplicam a mesma metodologia tradicional de ensino o que pode significar um retrocesso diante dos avanços tecnológicos no qual vivemos. (CORDEIRO, 2020, p. 04)

Como citado por Cordeiro (2020) muitos professores desaprovam a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) e das metodologias ativas como ferramentas de ensino, o que resultou em problema quando as aulas passaram para o modo remoto.

Os trechos citados a seguir apresentam a mesma concepção de que a educação deve passar por uma atualização da forma como é transmitido o conhecimento. As informações ocorreram em tempos distintos mas com o mesmo objetivo. Parâmetro Comum Curricular de 1998 apresenta na sua redação a ideia de que em 1961 já havia interesse em renovar o ensino tradicional:

Quando foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, o cenário escolar era dominado pelo ensino tradicional, ainda que esforços de renovação estivessem em processo. Aos

professores cabia a transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas, e aos alunos a reprodução das informações. (BRASIL, 1998, p.19).

A Base Nacional Comum Curricular de 2013 também trouxe em seu texto o descontentamento com o ensino tradicional e descontextualizado:

É preciso romper com a concepção tradicional e reducionista de escola, cujo objetivo central está na aquisição de conteúdos pragmáticos e muitas vezes descontextualizados do ambiente em que se vive, principalmente do mundo moderno. (BRASIL, 2013, p. 300).

O ensino tradicional não favorece a contextualização e interdisciplinaridade dos conteúdos ensinados (SÁVIO; PESSOA, 2021). O que é um dos problemas encontrados nas escolas brasileiras e torna-se pior quando trata-se do ensino de disciplinas com conteúdos abstratos, como os presentes em química.

Na reformulação da BNCC do ensino fundamental de 2018, apresenta nas normativas a inclusão dos conteúdos de química já nas primeiras séries do ensino fundamental II (Brasil, 2018), nos quais os conteúdos de ciências da natureza foram divididos em três blocos (unidades temáticas): “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo” que serão trabalhados de forma repetida ao decorrer dos anos do ensino fundamental II e em seguida no ensino médio.

Para cada ano a BNCC apresenta as competências que devem ser desenvolvidas, assim como os objetivos e as habilidades vinculados a cada um dos blocos citados, com a divisão das unidades temáticas de forma semelhante, proporcionando o ensino de forma continuada e integrada abordando a biologia, química e física de forma equilibrada.

Conforme Vieira, Nicolodi e Darroz (2021, p. 111): “Ao abordar cada disciplina, apresenta, ainda, as unidades temáticas e os respectivos objetos de conhecimento relacionados às habilidades que serão desenvolvidas.”

A BNCC propõe que os componentes de ciências da natureza abordados no ensino fundamental II detêm o comprometimento de transmitir para o aluno os temas e conceitos que representam essencialmente as ideias fundamentais da área. O aluno hoje é o cidadão de amanhã, então é imprescindível além do desenvolvimento cognitivo e o letramento científico para formação integral do aluno, possibilitando ao

mesmo a capacidade de fazer escolhas e atuar de forma consciente (BRASIL, 2018).

Portanto, não tem como falar/ensinar ciências sem o vínculo dos conhecimentos da química. E quanto mais cedo o contato do aluno com os conteúdos da disciplina, melhor será para a sua aceitação e desenvolvimento da interpretação de conceitos abstratos, permitindo um amadurecimento do intelecto com os conteúdos sendo trabalhados de maneira gradativa com metodologias que incentivem a curiosidade do aluno em aprender e perceber a química que está além da sala de aula.

4.2 NEUROEDUCAÇÃO

Os avanços tecnológicos apresentam benefícios incontestáveis. Um exemplo disto é o estudo do funcionamento do cérebro com o auxílio de equipamentos tecnológicos. A evolução nas pesquisas do sistema nervoso central provocou o crescente interesse em como ocorrem as conexões neurais e as contribuições para o processo de aprendizagem. É com base no conhecimento nesta área que a qualidade de vida das pessoas tem avançado e melhorado por meio do tratamento eficaz de diversas doenças neurológicas, mentais e físicas (BRANDÃO; CALIATTO, 2019).

De acordo com Tokuhamas-Espinosa (2008, p. 02) os filósofos: Hipócrates, Sócrates e Aristóteles já investigavam o que instigava a vontade humana, quais os aspectos para a motivação e a aprendizagem. Muitas perspectivas sobre o cérebro já foram desenvolvidas ao longo dos tempos, conforme também muitas ainda serão descobertas. A frenologia foi uma das ideias apresentadas para desmistificar o funcionamento do cérebro entre os anos de 1810 e 1819, em que se acreditava que as saliências nas superfícies do crânio representavam as capacidades intelectuais como também distinguir a personalidade do indivíduo (MOURÃO-JÚNIOR; OLIVEIRA; FARIA, 2017).

A crença em frenologia foi desacreditada em 1861 quando o cirurgião Pierre Paul Broca (1824-1880), comprovou após a autópsia do cérebro de um homem que havia perdido a capacidade de organização mental para pronunciar frases coerentes como também não conseguia expressar-se por escrita, mas não apresentava dificuldade na pronúncia de palavras isoladas e de cantar melodias. Com a autópsia

foi possível verificar o local da lesão, a chamada área de Broca¹, localizava-se no lobo frontal esquerdo, concluindo que a região afetada era responsável pela expressão da fala, proporcionando o início a novas descobertas referentes às funções específicas de cada área do cérebro (GUSMÃO; SILVEIRA; FILHO, 2000; BAUCHOT, 2010; MOURÃO-JÚNIOR; OLIVEIRA; FARIA, 2017).

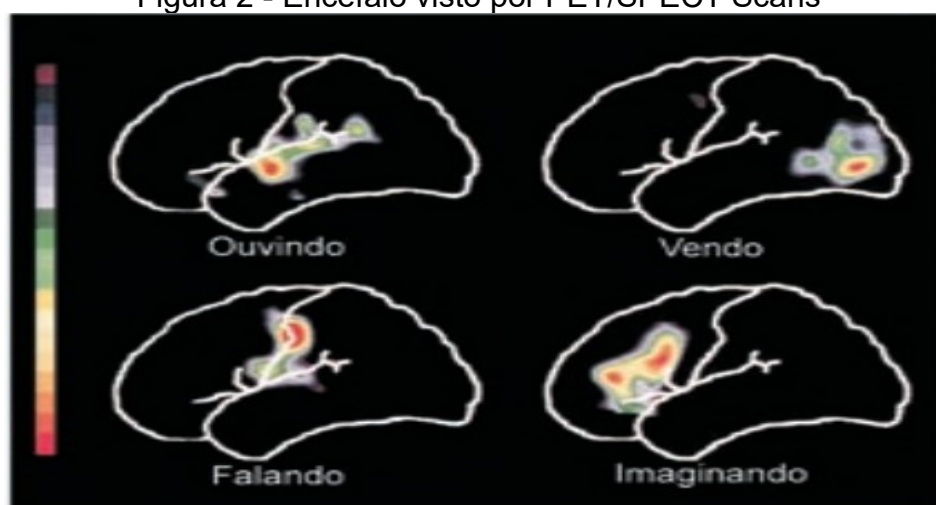
Após a comprovação de que o cérebro apresenta funções de domínio específicas, descoberto por Broca (1824-1880), foi possível realizar o mapeamento cerebral e da função das sinapses². No século XX o crescimento de novas tecnologias; eletroencefalografia (EEGs), tomografia computadorizadas, PET/SPECT Scans (Tomografia por Emissão de Pósitrons), ressonância magnética e a mais recente impressoras 3d, permitiu maior confiança no estudo das funções cerebrais e o aumento de pesquisas sobre o funcionamento do cérebro no processo de aprendizagem (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008; MOURÃO-JÚNIOR; OLIVEIRA; FARIA, 2017).

A evolução dos procedimentos por imagem em estudos do sistema nervoso central proporcionou a compreensão do funcionamento e anatomia cerebral (BATISTA, 2018), tornando evidentes as áreas cerebrais ativas a partir da realização de atividades ou através de impulsos sensoriais. Como demonstra a figura a seguir, com o registro das regiões com as células individuais em destaque a partir da realização de diferentes tarefas como; ouvir, ver, falar e imaginar (BRANDÃO, 2004).

¹ A **Área de Broca** é a parte do cérebro humano responsável pela expressão da linguagem, contém os programas motores da fala. Essa área é localizada no giro frontal inferior, que participa do processo de decodificação fonológica e que vai organizar a resposta motora com a finalidade de executar a articulação da fala após receber o estímulo transmitido e processado pela área de Wernicke. A Área de Wernicke, também chamada de "área de fala de Wernicke", é uma das duas partes do córtex cerebral que está ligada à fala (a outra é a Área de Broca). Está relacionada ao conhecimento, interpretação e associação de informações, mais especificamente a compreensão da linguagem escrita e falada. https://pt.wikipedia.org/área_de_broca
https://pt.wikipedia.org/área_de_Wernicke

² **Sinapse:** pequenos espaços entre neurônios, podem ser divididas entre elétricas e químicas, possibilitam a passagem de informação entre as células. (COSENZA; GUERRA, 2011,p. 13)

Figura 2 - Encéfalo visto por PET/SPECT Scans



Fonte: Brandão (2004).

Entrar no campo de pesquisa da Neuroeducação requer refletir sobre as complexidades do funcionamento do cérebro e quais fatores podem influenciar no processo de ensino e aprendizagem, onde são envolvidos procedimentos neurais em múltiplas regiões do cérebro, mas que certas estruturas estão mais envolvidas que outras. Os sítios cerebrais que são ativados dependem, sobremaneira, do que efetivamente está sendo aprendido (BRANDÃO, 2004), como demonstra a figura anterior com as áreas diferentes do cérebro sendo ativadas de acordo com a atividade realizada.

O conhecimento das complexidades envolvidas na formação e funcionamento do cérebro só é possível pela contribuição das pesquisas de diversas áreas que estudam a humanidade. A combinação de interesses científicos e investigativos em todos esses campos é conhecida como neurociência, ou ciência do cérebro, porque estudam os neurônios, sua anatomia e suas funções específicas no sistema nervoso (BATISTA, 2018).

Assim como a neurociência, a psicologia também contribui com suas pesquisas de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com as palavras de Santos e Souza (2016, p. 03):

A psicologia foi uma das ciências que começou a contribuir para o processo educacional de aprendizagem, trazendo seu rico arcabouço teórico sobre o comportamento humano, aspectos motivacionais, emocionais, afetivos, e a importância da formação de vínculos, entre outros processos envolvidos na aprendizagem. Quando a psicologia estabeleceu pontes com as neurociências, trazendo abordagens diferenciadas, tanto a pedagogia, como as outras áreas envolvidas no processo educacional, percebendo a necessidade de reanalisar os processos educacionais, começaram a pensar no ser humano a

partir de um olhar sistêmico.(SANTOS; SOUZA, 2016,p. 03).

Portanto, as pesquisas nas áreas de neurociência, psicologia e pedagogia são complementares e contribuem para a fundamentação e disseminação da neuroeducação. A neurociência defende a aprendizagem por mudanças neurais, a psicologia por análise de mudanças comportamentais e a pedagogia busca a melhoria da educação por meio de práticas de ensino eficazes.

Tracey Tokuhama-Espinosa (2008), pesquisadora referência em neuroeducação, defende alguns princípios individuais aos estudantes, como também, princípios e diretrizes instrucionais relacionados a neuroeducação, onde cada princípio e diretriz apresenta informações com o mesmo grau de relevância, tanto os aplicáveis aos alunos de forma individualizada como os aplicados da neuroeducação, cada um apresentando premissas significativas que formam o esqueleto da neuroeducação, como documentado pela autora. Os princípios e diretrizes defendem os três objetivos centrais da neuroeducação, apresentado abaixo:

- Primário: Cada cérebro aprende de forma única.

A utilidade da informação sobre habilidades específicas do cérebro é importante na neuroeducação. Muitos dos estudos revisados aqui comprovam a existência de diferentes vias neurais para diferentes tipos de informação. Por exemplo, atenção, música e gerenciamento espacial são sistemas que são gerenciados a partir de combinações distintas de áreas cerebrais. Isso significa que o aprendizado de habilidades distintas é alcançado de maneiras diferentes para diferentes disciplinas. Saber disso e saber que cada cérebro também é único reforça o argumento de que o ensino também deve ser diferenciado, um conceito central na neuroeducação. (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008, p.76)

- Secundário: Avaliar os resultados de atividades aplicadas em sala de aula, quais contribuem para o ensino e aprendizagem efetivos e quais não contribuem para o desenvolvimento cognitivo.

O objetivo secundário da neuroeducação, então, seria distinguir quais tipos de atividades de ensino realmente se prestam a uma melhor aprendizagem do aluno, e que fazem pouco para melhorar a aprendizagem. (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008, p.77)

- Terciário: Auxiliar aos professores no desenvolvimento profissional, permitindo-os conhecer as funcionalidades de cada área do cérebro e aplicar o conhecimento para alcançar melhores práticas educacionais.

Em terceiro lugar, ao determinar padrões em neuroeducação, não apenas os professores que nascem excelentes podem melhorar, mas também os bons professores podem se tornar excelentes. (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008, p.77)

As premissas da neuroeducação; princípios individuais do estudante, princípios da neuroeducação e diretrizes institucionais da neuroeducação, estão apresentados respectivamente nas três tabelas a seguir.

Quadro 1 - Princípios individuais do estudante

Princípios individuais do estudante
(a) os alunos aprendem melhor quando estão altamente motivados do que quando não têm motivação;
(b) o estresse impacta a aprendizagem;
(c) a ansiedade bloqueia as oportunidades de aprendizagem;
(d) estados depressivos podem impedir a aprendizagem;
(e) o tom de voz de outras pessoas é rapidamente julgado no cérebro como ameaçador ou não ameaçador;
(f) os rostos das pessoas são julgados quase instantaneamente (ou seja, boas ou más intenções);
(g) o feedback é importante para a aprendizagem;
(h) as emoções desempenham um papel fundamental na aprendizagem;
(i) o movimento pode melhorar a aprendizagem;
(j) o humor pode aumentar as oportunidades de aprendizagem;
(k) a nutrição impacta o aprendizado;
(l) o sono afeta a consolidação da memória;
(m) os estilos de aprendizagem (preferências cognitivas) são devidos à estrutura única dos cérebros individuais;
(n) A diferenciação nas práticas de sala de aula é justificada pelas diferentes inteligências dos alunos.

Fonte: Tokuhamas-Espinosa (2008).

Na tabela dos princípios individuais do estudante, Tokuhamas-Espinosa (2008), apresenta a motivação, feedback, sono e nutrição podem contribuir no processo de ensino/aprendizagem. A motivação ativa a atenção que é um ponto importante para formação das memórias, assim como o sono e a nutrição também contribuem para a plasticidade cerebral. O estado emocional do aluno interfere diretamente no

processo de aprendizagem, estados emocionais como: estresse, depressão impedem a formação de novas sinapses.

Quadro 2 - Princípios da Neuroeducação

Princípios da Neuroeducação
(a) cada cérebro é único e organizado de maneira única;
(b) os cérebros são especializados e não são igualmente bons em tudo;
(c) o cérebro é um sistema complexo e dinâmico e é alterado diariamente pelas experiências;
(d) os cérebros são considerados “plásticos” e continuam a se desenvolver ao longo de nossas vidas;
(e) o aprendizado é baseado em parte na capacidade do cérebro de se autocorrigir e aprender com a experiência por meio da análise de dados e autorreflexão;
(f) a busca de significado é inata na natureza humana;
(g) a busca de significado ocorre por meio da padronização;
(h) a aprendizagem é baseada em parte na capacidade do cérebro de detectar padrões e fazer aproximações para aprender;
(i) as emoções são críticas para detectar padrões;
(j) a aprendizagem baseia-se em parte na capacidade de criação do cérebro;
(k) a aprendizagem é reforçada pelo desafio e inibida pela ameaça;
(l) o cérebro processa partes e todos simultaneamente (é um processador paralelo);
(m) os cérebros são projetados para flutuações em vez de atenção constante;
(n) a aprendizagem envolve tanto a atenção focada quanto a percepção periférica;
(o) o cérebro é social e prospera na interação (assim como na reflexão pessoal);
(p) aprender sempre envolve processos conscientes e inconscientes;
(q) aprendizagem é desenvolvimento;
(r) o aprendizado envolve toda a fisiologia (o corpo impacta o cérebro e o cérebro controla o corpo);
(s) diferentes sistemas de memória (curto prazo, trabalho, longo prazo emocional, espacial, memorização) aprendem de maneiras diferentes;
(t) novas informações são armazenadas em muitas áreas do cérebro e podem ser recuperadas por diferentes vias;
(u) o cérebro se lembra melhor quando os fatos e as habilidades estão inseridos em contextos naturais;
(v) Memória + Atenção = Aprendizagem.

Fonte: Tokuhamma-Espinosa (2008).

Os princípios da neuroeducação defendem a particularidade de cada cérebro, onde as experiências de vida de cada pessoa contribui para formação das redes neuronais diferentes que aprendem de forma diferente, assim os estímulos também impactam diretamente na percepção e assimilação do indivíduo. A aprendizagem depende de processos conscientes e inconscientes (percepção, assimilação, atenção, memórias e estado emocional).

Quadro 3 - Diretrizes Instrucionais da Neuroeducação

Diretrizes Instrucionais da Neuroeducação
Diretriz Instrucional 1: Vigilância relaxada. Incorporando o estado de alerta relaxado à instrução significa criar “bom estresse”. Isso significa criar ambientes de aprendizagem nos quais os alunos prestem atenção, mas não sentem ansiedade.
Diretriz Instrucional 2: Sentido e significado. Os alunos aprendem melhor quando o que aprendem faz sentido e tem uma ordem lógica, assim como tem algum sentido em sua vida. Os alunos raramente aprendem coisas que consideram irrelevantes para suas vidas.
Diretriz instrucional 3: Capacidade de atenção e memória. O aluno médio tem um tempo de atenção entre 10 e 20 minutos. Os alunos aprendem melhor quando há uma mudança de pessoa, lugar ou tópico a cada 20 minutos. Os alunos também precisam de “tempo de inatividade” para refletir sobre novas informações, a fim de maximizar a consolidação da memória.
Diretriz Instrucional 4: A natureza social da aprendizagem. O cérebro é um órgão social e as pessoas aprendem melhor quando são capazes de “desenvolver” ideias e “rebatê-las” conceitos dos outros.
Diretriz Instrucional 5: A conexão mente-corpo. O corpo impacta a mente e a mente controla o corpo. O cérebro dos alunos aprende melhor quando as necessidades do corpo são atendidas. Isso inclui as técnicas de aprendizado ativo da neuroeducação e um lembrete aos alunos sobre a importância do sono, nutrição e exercícios físicos.
Diretriz Instrucional 6: Imersão orquestrada. O papel dos professores na sala de aula de neuroeducação são semelhantes a um diretor de orquestra que deve integrar diferentes dons e ajudar cada músico a executar suas melhores habilidades para o bem do grupo.
Diretriz Instrucional 7: Processos ativos e metacognição. O cérebro aprende melhor quando eles são ativos (ou seja, “eu ouço e esqueço. Eu escuto e entendo. Eu faço e lembro”). No entanto, ironicamente, os cérebros também precisam de tempo sozinhos para “possuir” informações por meio do desenvolvimento metacognitivo.

Fonte: Tokuhamma-Espinosa (2008).

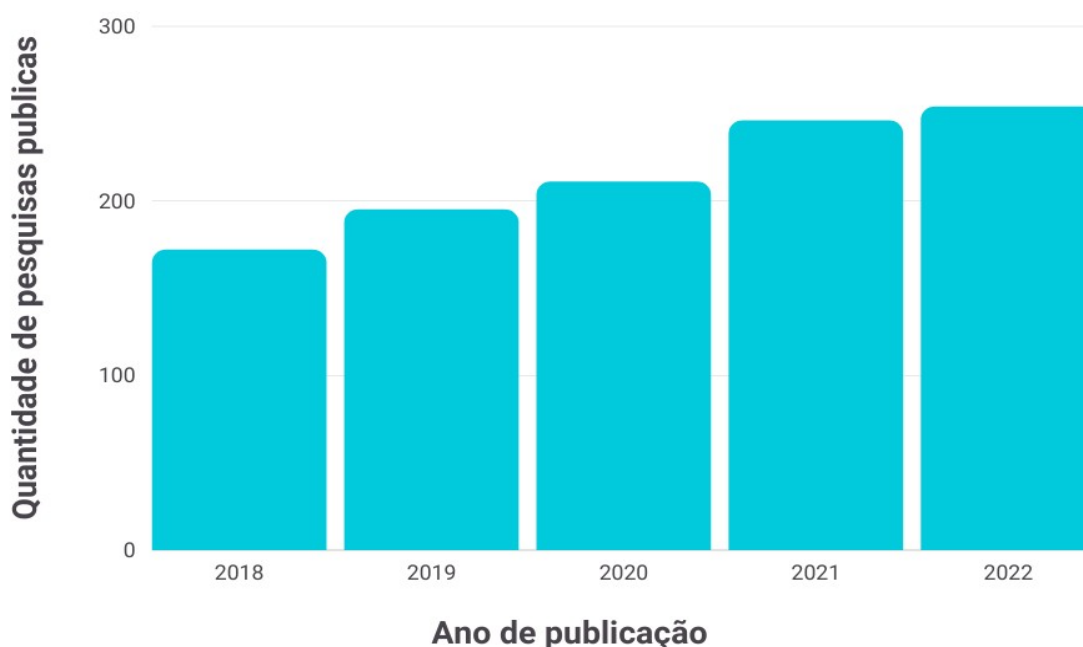
Portanto, o ambiente educacional deve atribuir aos alunos desafios (possíveis de resolução) para ativar os seus sentidos sem causar estresse, apresentando o sentido e o significado para o que está sendo ensinado. É relevante para a aprendizagem do aluno, que o mesmo participe de discussões, expondo sua opinião, ouvindo e respeitando também as opiniões do professor e demais alunos, ativando no cérebro a aprendizagem por socialização.

O conhecimento neuroeducacional não é uma resposta pronta, como defendido pelos autores Cosenza e Guerra (2011, p. 143): “Mas saber como o cérebro aprende não é suficiente para a realização da “mágica do ensinar e aprender”, assim como o conhecimento dos princípios biológicos básicos não é suficiente para que o médico exerça uma boa medicina.”. Porém, o conhecimento sobre a organização do cérebro

tornou-se um conhecimento essencial para os professores em todas as etapas de sua prática, pois eles devem ter conhecimentos que os capacitem a ensinar, motivar e avaliar os alunos de forma mais eficaz (COSENZA; GUERRA, 2011; BATISTA, 2018).

Por fim, de acordo com o levantamento de informações referentes às publicações de pesquisas em neuroeducação na base de dados *Google Acadêmico*, durante os anos de 2018 a 2022, os dados mostram que as pesquisas sobre o tema estão em crescimento e despertando interesse entre os pesquisadores.

Figura 3 - Pesquisas Publicadas sobre Neuroeducação no *Google Acadêmico* entre os anos de 2018 a 2022



Fonte: Autora (2023).

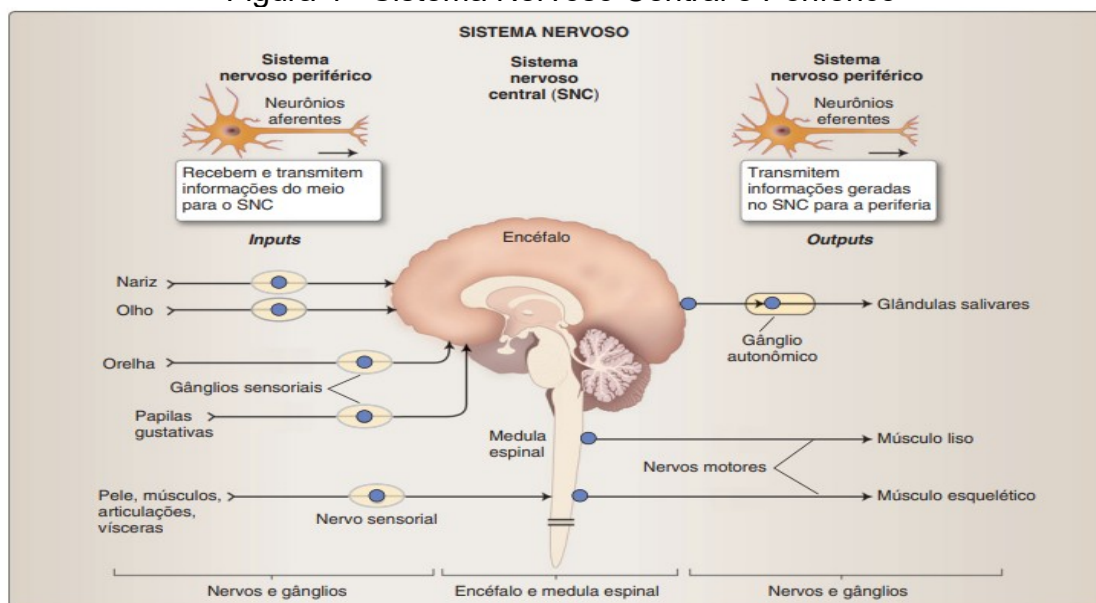
4.2.1 Termos da Anatomia do Sistema Nervoso Central

Quando um educador entende como o cérebro funciona, seu trabalho é mais significativo e eficaz. Compreender a organização e o funcionamento do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos da linguagem, a atenção e a memória, a cognição, a emoção, a relação entre motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções relacionadas a elas podem auxiliar os educadores em seu cotidiano nas escolas, proporciona melhores condições de estimulação

coerente e adequada para cada faixa etária, baseada em dados científicos seguros (PANTANO; ZORZI, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011).

O sistema nervoso permite a comunicação do ambiente em que vivemos com o nosso organismo, transforma as sensações físicas, visuais, auditivas, olfativas e gustativas em informações cerebrais (como demonstra na figura 3), é a partir das informações geradas por nossos órgãos sensoriais que ocorrem as ativações neuronais, permitindo novas ligações entre neurônios pelas ativações dos neurotransmissores passando as informações entre as sinapses, criando novas redes neurais, reorganizando as redes que já existem ou favorecendo as ramificações das já existentes e consequentemente expandimos o nosso conhecimento, habilidades e experiências (COSENZA; GUERRA, 2011; KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

Figura 4 - Sistema Nervoso Central e Periférico

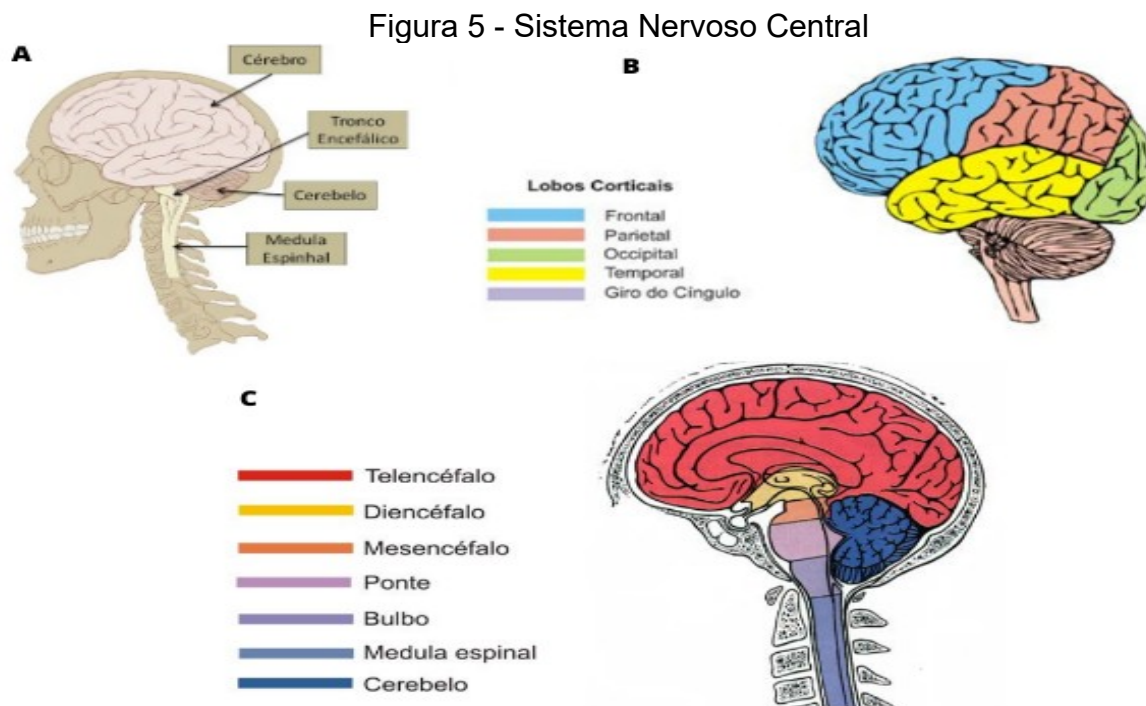


Fonte: Krebs, Weinberg e Akesson (2013).

A figura 3, apresenta o sistema nervoso central (SNC) composto por encéfalo e cerebelo e medula espinhal, o sistema nervoso periférico (SNP) formado em sua maior quantidade por nervos (sensoriais e motores) e os neurônios, formados por núcleo, dendritos (ramificações menores e recebem informações) e axônios (ramificações maiores e fazem o envio da informação). Os transportes de informações podem partir do meio ambiente ou dos órgãos internos, passando pelo

SNP para o SNC permitindo a mudança comportamental.

O sistema nervoso central, o mais envolvido no desenvolvimento da aprendizagem, é composto principalmente por cérebro, tronco encefálico, cerebelo e medula espinhal.



Fonte: Adaptado de BRANDÃO (2004).

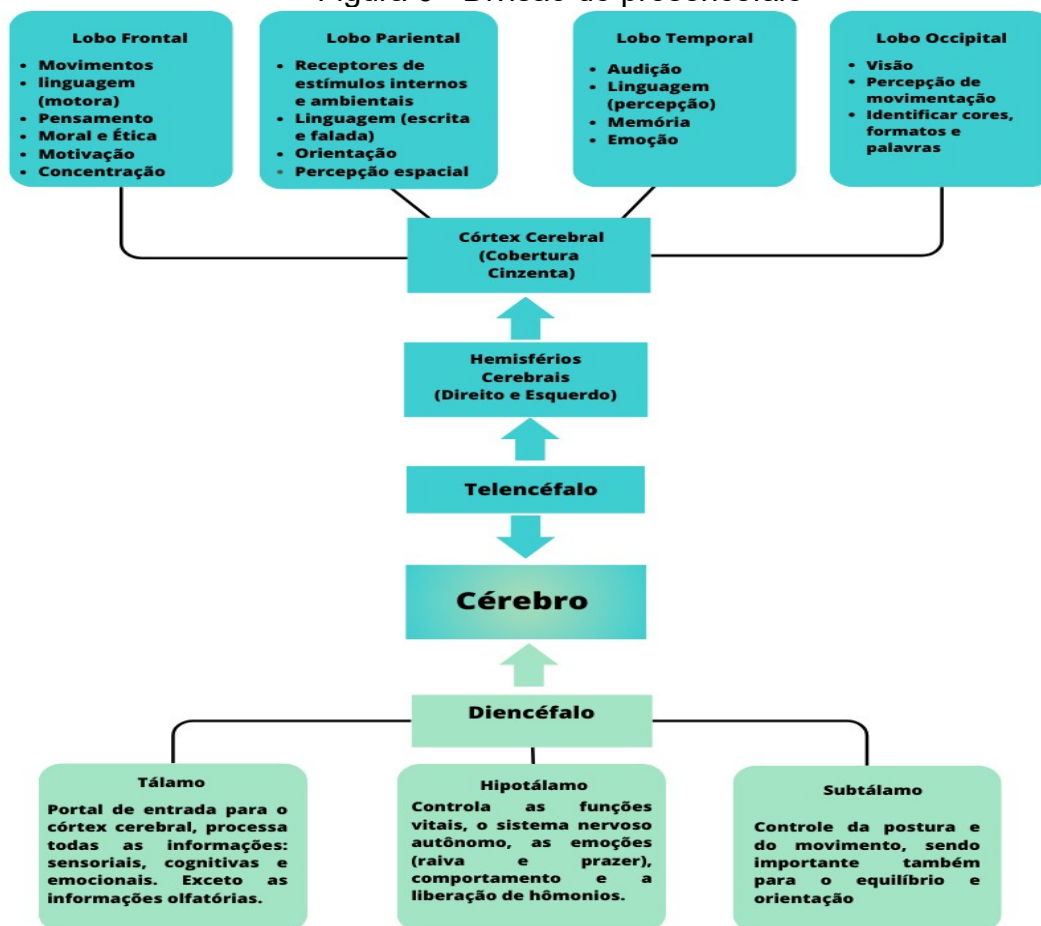
A figura 4 mostra, na imagem A que o SNC está demonstrado sua composição pelo lado do hemisfério direito (cérebro, tronco encefálico, cerebelo e medula espinhal). Na imagem B, apresenta a divisão do córtex cerebral (lobo frontal, lobo parietal, lobo occipital, lobo temporal, giros e sulcos) e na imagem C o sistema nervoso central está dividido de forma mais detalhada (telencéfalo, diencéfalo, mesencéfalo, ponte, bulbo, cerebelo e medula espinhal).

O encéfalo é parte do SNC que é localizado dentro da cavidade craniana, constituído como o descrito abaixo:

- Cérebro: ocupa a maior parte do encéfalo, formado pelos telencéfalo (hemisférios cerebrais direito e esquerdo, divididos em lobo frontal, lobo parietal, lobo occipital e lobo temporal) e diencéfalo (tálamo, hipotálamo, subtálamo). Na figura 5, mostra a divisão do prosencéfalo e as funções

desempenhadas por cada área do cérebro (BRANDÃO, 2004; KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

Figura 6 - Divisão do prosencéfalo



Fonte: Brandão (2004); Krebs, Weinberg e Akesson (2013).

O Cérebro apresenta, além das áreas já citadas na figura 5, o sistema límbico. O qual se divide em: amígdala e hipocampo, se interligando e interconectando com outras áreas do SNC (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013). É um órgão importante para a consolidação da aprendizagem por também ser responsável por uma parte do processamento das emoções, motivação e memória (COSENZA; GUERRA, 2011).

- **Tronco Encefálico:** formado por mesencéfalo, ponte e bulbo, são responsáveis por conduzir as informações sensoriais e motoras entre o encéfalo e medula espinhal, executa funções cardiovasculares, respiratórias, atividades do córtex e de conscientização. O dormir e acordar depende do

bom funcionamento do tronco encefálico (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

- Cerebelo: regula os movimentos finos e complexos, a posição do corpo no espaço, a postura, equilíbrio e coordenação. Modifica-se a partir das experiências tornando seus movimentos musculares mais precisos (BRANDÃO, 2004; PANTANO; ZORZI, 2009).
- Medula Espinhal: recebe informações dos músculos, articulações e pele. É encarregada na tomada de decisão das ações voluntárias, dos reflexos automáticos como também dos estereotipados (PANTANO; ZORZI, 2009).

4.2.2 Fundamentação Científica no Processo de Ensino e Aprendizagem

Discutir sobre o processo de ensino/aprendizagem ignorando os mecanismos do cérebro, que são os responsáveis por atos de compreender, reconhecer, assimilar significado a algo visto ou pensado e relacionar com o que já existe na memória, é desconsiderar a evolução da humanidade (PANTANO; ZORZI, 2009).

A genética não pode ser medida como uma sentença para o aluno com baixo desempenho, nas substâncias brancas e cinza (corpos celulares, dentritos e axônios), onde ocorrem as entradas de informações, associações e conexões neurais, como também outras funções do sistema nervoso central, podem ocorrer alterações nas capacidades de processamento de informação, podendo ser por questões de influências genéticas ou por fatores ambientais como: desnutrição, má qualidade do sono, fatores emocionais entre outros, esse movimento leva em consideração todos os aspectos do indivíduo, o biológico, social, psicológico, cognitivo (COSENZA; GUERRA, 2011).

Portanto, questões sociais devem ser consideradas, a desnutrição por exemplo pode desfavorecer o surgimento de novas ramificações dos axônios e consequentemente interromper o processo de aprendizagem. Os instintos do ser humano para sobrevivência faz com que o cérebro de forma automática quando se sente ameaçado, com fome, sede, sono e as demais necessidades humanas, o mesmo entra em alerta para sua sobrevivência e ignora os outros acontecimentos à sua volta e se algum desses sentidos são ativados no momento do ensino/aprendizagem possivelmente não ocorrerá a compreensão nem fixação do

conteúdo e será esquecido (PANTANO; ZORZI, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011).

Dessa forma, é relevante que os educadores tenham a compreensão do funcionamento do cérebro e de como ocorre a atenção, a formação das memórias, as emoções e funções cognitivas, as informações sobre o SNC podem auxiliar no planejamento de ensino e garantir maior eficiência no processo de ensino/aprendizagem (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008; PANTANO; ZORZI, 2009, p. 08; THOMAZ, 2018).

O SNP recebem diariamente inúmeras informações que nós chegamos a todo instante e de forma simultânea que devem ser processadas pelo SNC, mas pela grande quantidade de informação não é possível que o cérebro processe tudo, e para que ocorra a distinção das informações, o nosso SNC usa o mecanismo importante para filtrar as prioridades que é o processo cognitivo da atenção (PANTANO; ZORZI, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011; THOMAZ, 2018).

Desse modo, os autores Brandão e Caliatto (2019) apresentam o mesmo sentido de opinião sobre o processo cognitivo da atenção na aprendizagem, como demonstra a seguir:

A atenção está presente permanentemente nas ações e funções cerebrais de modo multifuncional nas funções seletiva, alternada e sustentada, principalmente na região dos lobos frontais. De maneira seletiva, trata-se da habilidade de focalizar em determinada ideia ou tarefa para que distrações possam ser ignoradas, ou seja, é o principal tipo de atenção para evitar a perda de concentração na tarefa. A atenção alternada habilita a mudança do foco, ou seja, fornece a possibilidade de intercalar diferentes tarefas de níveis de exigência distintos. (BRANDÃO; CALIATTO, 2019, p. 532)

A principal função do neurônio noradrenérgico³ é controlar a atenção, o sono/vigília, o humor e a dor. Que podem ser de nível tônico (constante e contínuo) ou fásico (oscilando de maneira periódica e temporária). Alterações do noradrenérgico podem ocasionar em distúrbios de atenção como: transtorno déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), distúrbios do sono, transtornos do pânico e

³ Noradrenalina: A noradrenalina é um neurotransmissor essencial envolvido no estado de vigília e atenção. Atua nos receptores metabotrópicos -adrenérgicos e -adrenérgicos, ambos excitatórios. A adrenalina (também conhecida como epinefrina) atua sobre os mesmos receptores, mas sua concentração no SNC é muito mais baixa que a de noradrenalina. KREBS, C.; AKESSON, E. J.; WEINBERG, J. Neurociências Ilustrada. Porto Alegre: Artmed, 2013.

transtorno de estresse pós-traumático (TEPT), depressão, ansiedade e Alzheimer. Os distúrbios citados prejudicam diretamente o ensino/aprendizagem (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

Sendo assim, a atenção é um mecanismo essencial para que uma informação seja armazenada. Mas a atenção só pode ocorrer se o indivíduo tiver a percepção do que está sendo apresentado (PANTANO; ZORZI, 2009), então para que o aluno tenha percepção do lhe será explicado é importante associar os conhecimentos, por essa razão a contextualização melhorar a aprendizagem, pois permite que neurônios consolidados com uma informação anterior, mesmo que limitada, crie sinapses e permita as ramificações no córtex cerebral, que é a ampliação de conhecimento do indivíduo.

Para Pantano e Zorzi (2009), a atenção e a memória são funções particulares, mas existe dependência entre as duas.

No mesmo sentido, para Thomaz (2018), “Entre a atenção e a memória há uma associação de dependência em que a primeira seleciona as informações que serão retidas na segunda. Para que a memorização ocorra, é necessário que ocorram mudanças fisiológicas.”

Portanto, a memória depende da atenção plena para acontecer. As áreas funcionais do encéfalo com maior envolvimento nesse processo são o hipocampo e o tálamo (emoção) (FERREIRA, 2022).

Falar de memória nos obriga a falar das atividades relacionadas à emoção, pois as bases dos impulsos da motivação, principalmente a motivação para o processo de aprendizagem, bem como as sensações de prazer ou punição, são realizadas em grande parte pelas regiões basais do cérebro, as quais, em conjunto, são derivadas do Sistema Límbico. (PANTANO; ZORZI, 2009, p. 25 e 26)

Dessa forma, o sistema límbico tem função importante para a aprendizagem, pois é a partir dele que são gerados os impulsos para motivação. Sem motivação não conseguimos iniciar, permanecer e concluir estudos, trabalho, projetos e afins. A motivação é o que vai incentivar o aluno a estudar todos os dias aos poucos e não deixar para estudar tudo no dia anterior às avaliações.

O processo de memorização é dividido em três etapas: fixação, retenção e evocação das informações (THOMAZ, 2018; FERREIRA, 2022).

A memória é dividida em memória de curto prazo e de longo prazo. A memória de curto prazo (trabalho ou operacional) decorre no córtex pré-frontal e depende da atenção para ocorrer. A sua duração é transitória e pode processar informações diversas, tais como, sons, imagens, palavras e pensamentos. Porém, a sua capacidade é limitada e a disponibilidade dessas informações só é armazenada até o momento de utilização, exerce também a importante função de elaborar etapas para realização de tarefas, para seguir rotinas diárias (AMARAL; GUERRA, 2022).

A memória de longo prazo acontece devido a reativação de informação e associações com as informações já existentes, que fazem com que as sinapses se tornem mais eficientes e se consolidam formando registros permanentes no cérebro. A consolidação ocorre durante o sono, o qual é o momento em que o cérebro organiza as redes neurais (plasticidade cerebral), apagando as sem uso e consolidando as de uso frequente e envolvimento emocional (lembranças e experiências vivenciadas). O processo de memorização acontece no córtex pré-frontal e hipocampo, e além do sono, a memorização depende também de uma alimentação equilibrada, pois ocorre a produção de proteínas durante as reações químicas das formações das redes neurais (AMARAL; GUERRA, 2022; FERREIRA, 2022).

A memória de longo prazo é dividida em memória explícita (subdividida em semântica e episódica) e memória implícita (THOMAZ, 2018).

A memória explícita é responsável pelo registro de atribuição de nomes de pessoas e objetos, datas e fatos, sons e imagens, lugares e características, das quais são invocadas para serem lembradas conscientemente. Já a memória implícita, é a manifestação de memórias sem esforço ou intenção consciente que permite realizar tarefas de forma automática, guardam os aprendizados motores como quando aprendemos a andar de bicicleta, tocar instrumentos ou dirigir carro. A memória implícita se desenvolve no cerebelo e nos núcleos de base do encéfalo, para armazenamento requer repetição. A aprendizagem depende da memória implícita para aprendermos a escrever e a ler (AMARAL; GUERRA, 2022).

Sendo assim, o sujeito compreendendo as diferentes etapas e funcionalidades dos processos da consolidação e dos sistemas de desenvolvimento da memória, poderá utilizar-se de mecanismos que auxiliem um melhor desempenho com estabilidade no

armazenamento de uma informação ou estímulo, amadurecendo o córtex cerebral e apresentando uma aprendizagem significativa. (FERREIRA, 2022, p. 24)

Logo, conforme Ferreira (2022), saber como ocorre o processo de memorização permite entender que a memória é uma função mental essencial para o aprendizado, pelo suas funções de identificar, relembrar, organizar as tarefas, nos permitir a leitura e escrita, de forma concisa nos permite desenvolver habilidades e interagir com o meio em que vivemos.

Os nossos pensamentos são organizados de acordo com as nossas experiências e conhecimentos armazenados em nossas memórias de curto e longo prazo, e são essenciais para o desenvolvimento intelectual e também para convivência em sociedade. O surgimento de novos comportamentos e aprendizagens dependem das interações do homem com o meio em que vive, e as experiências vivenciadas contribuem para a formação do sistema nervoso. Dessa forma, são as funções executivas que realizam no SNC as funções de percepção, planejamento, controle inibitório, tomada de decisão, flexibilidade cognitiva e comportamental (COSENZA; GUERRA, 2011). As funções executivas estão localizadas na porção interior do lobo frontal, em diferentes circuitos neurais do córtex pré-frontal, de acordo com Amaral e Guerra (2022):

As funções executivas estão relacionadas a circuitos neurais de distintas regiões do córtex pré-frontal, porção mais anterior do lobo frontal. Cada uma das regiões está envolvida com diferentes aspectos das funções executivas. Essas regiões têm conexões recíprocas com diversas áreas corticais e subcorticais, que processam emoções, atenção, memória, planejamento de movimentos, sensações e respostas viscerais, entre outras funções. (AMARAL; GUERRA, 2022, p. 83)

As funções executivas permitem que os indivíduos se relacionem e convivam em sociedade proporcionando a compreensão de sentimentos, a resolução de problemas e a capacidade de tomar decisões. Com isso, as funções executivas são relevantes para a aprendizagem pois o aluno necessita de percepção para ativar a atenção, de planejamento para executar atividades necessárias para alcançar objetivos, de controle inibitório para o comportamento adequado a cada situação e ajudar no desempenho lógico nas tomadas de decisões e resolução de conflitos

(COSENZA; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA, 2022; FERREIRA, 2022).

Por fim, para concluir a fundamentação científica dos processos envolvidos no ensino/aprendizagem será abordado o papel das emoções nesse processo. O estado emocional do aluno pode interferir na sua aprendizagem (Tokuhamas-Espinosa, 2008).

Para que ocorra a aprendizagem significativa é interessante que o professor compreenda o impacto das emoções nas funções cerebrais, os estímulos recebidos ao SNC passam pelo sistema límbico, onde a amígdala atribui valor aos estímulos recebidos, se os acontecimentos forem no momento da aprendizagem e são positivos proporciona a ativação da atenção, o registro em memória e o sistema de recompensa. Consequentemente, o sistema de recompensa ativa o córtex pré-frontal e a partir do sentimento de prazer e bem-estar, ativa ações para atingir os objetivos, então as funções executivas são ativadas para desenvolver o planejamento, a percepção, a atenção e a memorização promovendo o engajamento e a motivação do estudante, a motivação facilita o processo fisiológico que o SNC precisa para que ocorra a aprendizagem (AMARAL; GUERRA, 2022).

No entanto, as emoções negativas, causadoras de estresse, baixa autoestima, ansiedade ou depressão, interferem nos processos cognitivos influenciando de forma negativa a aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011; AMARAL; GUERRA, 2022).

4.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO (ABP)

As escolas devem seguir os acontecimentos atuais da sociedade, e os estudantes estão cercados por equipamentos tecnológicos durante o maior tempo do dia, com isso, a tecnologia possibilita ao aluno o acesso fácil e rápido a resposta para qualquer dúvida que se tenha, mas essas informações não fazem o aluno desenvolver conhecimento, por serem informações de fácil acesso não formam novos neurônios, como também, não formam novas memórias de longo prazo, logo a aprendizagem não ocorre. Contudo, ensino tradicional não pode ser a única forma de ensino, atualmente, buscam-se inovações metodológicas no processo de ensino, pois já se sabe que os alunos aprendem de maneiras diferentes, logo os professores precisam ter novas estratégias para alcançar a todos no processo de

ensino/aprendizagem de forma concreta e eficaz (AZEVEDO, 2021).

Na mesma perspectiva, Tokuhamma-Espinosa, defende que existem diferentes vias neurais para diferentes informações, cada cérebro é o único e a aprendizagem pode ser alcançada de maneira diferente, com isso reforça o argumento de que o ensino também deve ser individualizado (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

Os alunos estão cercados por informações a todo momento e a escola não é mais a única via de conhecimento, como em décadas anteriores onde as pesquisas eram realizadas apenas em livros físicos. A tecnologia permite infinidade de informações na palma das mãos, mas infelizmente nem todas as informações podem ser consideradas seguras.

Então cabe ao professor aceitar que os alunos já podem trazer para sala de aula conhecimentos prévios, que podem ou não ser verdadeiros, mas também orientar os alunos a maneira segura de utilizar a internet para realização de pesquisas, para que os mesmos possam desenvolver o pensamento crítico a partir de informações verídicas. Por exemplo as fake news da pandemia, onde desinformavam a população com notícias tais quais, a ineficácia do álcool 70%, valores de pH errados que poderiam ser eficazes no combate contra o coronavírus, usar diariamente o máximo de vitamina c entre outras informações falsas (RIBEIRO; AMORIM; LOPES, 2022).

Logo, é relevante a utilização de metodologias de ensino que desenvolvam nos alunos a capacidade de saber buscar informações confiáveis que possam contribuir para seu processo de aprendizagem e para sua formação social. As metodologias ativas, de acordo com Azevedo (2021), buscam aumentar a inclusão e participação do aluno em sala de aula, com estratégias que possam contribuir com o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e emocionais.

As metodologias ativas foram desenvolvidas, portanto, a fim de reduzir as limitações e discrepâncias existentes no processo de ensino-aprendizagem, visando maior integração e participação do aluno nas aulas. Com isso, são utilizadas inúmeras estratégias para que o discente consiga aprender e ter o seu interesse despertado pelo assunto ou objeto de conhecimento favorecendo, assim, o desenvolvimento das suas habilidades cognitivas, sociais e emocionais.(AZEVEDO, 2021, p. 15)

Nessa perspectiva Liecheski (2019), afirma que a transformação do método de

ensino tradicional para um método de ensino em que o aluno é colocado no centro do processo e o professor como mediador ainda é um grande desafio para educação básica, mas cabe aos professores promover a mudança e buscar instigar a curiosidade e motivação dos alunos com as metodologias ativas que se apresentam como potenciais ferramentas (LIECHESKI, 2019).

Ainda segundo Liecheski (2019), a aprendizagem baseada em projeto não é um método novo de ensino, os criadores apresentaram a ideia entre os anos de 1916 e 1918, o criador foi John Dewey em 1916 e em 1918 o seu aluno William Heard Kilpatrick incrementou a ideia inicial do professor. Os dois defendiam o mesmo pensamento, discordavam do ensino pelo método tradicional. Dewey e Kilpatrick defendiam que o aluno deve ser autor no processo de aprendizagem (LIECHESKI, 2019).

A aprendizagem baseada em projeto é uma metodologia que apresenta como características o formato de ensino motivador (por propor desafios com resultados alcançáveis), estimular o pensamento crítico, o trabalho em equipe e a criatividade (nas apresentações dos resultados) é uma metodologia que segue métodos sistemáticos para promover a aprendizagem (BENDER, 2014).

Na ABP os alunos aprendem os conhecimentos e elementos básicos do currículo simultâneos a resolução de problemas com questões norteadoras, das quais exigem respostas que podem ser utilizadas em problemas reais do cotidiano. É relevante que o aluno saiba que fazer parte de uma sociedade requer responsabilidades, colaboração e respeito de opiniões e crenças contrárias. (MENDES, 2020) A ABP reúne os conhecimentos de currículo escolar com os conhecimentos ativados por experiências o que a torna um método de ensino eficaz.

Para Bender (2014), apesar do ABP ser uma metodologia que pode ser amplamente utilizada em todas as séries de ensino, a literatura educacional já apresenta uma lista de termos relacionados às etapas do ABP, dos quais mesmo sem obrigatoriedade de utilização os professores devem ter conhecimento dos termos apresentados a seguir:

- Âncora: É a base da investigação, deve despertar curiosidade e interesse em desenvolver e resolver problemas aplicação e valor no mundo real, também conter informações específicas sobre produto final

- Artefatos: representação do resultado da problematização (âncora) que pode ser representado por vídeos, relatórios, artigos, apresentações multimídia, peça teatral entre outras formas de demonstração do produto final.
- Desempenho autêntico: Representa os resultados da aprendizagem e como se espera que seria a atitude dos adultos para resolver o problema no cotidiano.
- Brainstorming: Valorizar de início todas as ideias dos alunos e o professor orientá-los sobre a necessidade de seguir um plano de tarefas.
- Questão motriz: Questão central do projeto, deve ser motivadora e despertar interesse nos alunos.
- Aprendizagem expedicionária: São as atividades que necessitam de visita técnica dos alunos.
- Voz e escolha do aluno: As escolhas principais do projeto devem partir dos alunos, mas o professor deve orientar para que seja uma escolha possível de concluir.
- Web 2.0: A utilização de tecnologias em todo processo de desenvolvimento do projeto.
- Rubrica: Avaliação ao fim do projeto da experiência de ensino (avaliação com questões abertas e fechadas) e dos artefatos produzidos.

Além dos termos, os quais Bender (2014) defende que os professores devem ter conhecimento, há também três critérios que resumem a eficácia da aprendizagem baseada em projetos.

1: Um currículo elaborado em torno de problemas com ênfase em habilidades cognitivas e conhecimento.

2: Um ambiente de aprendizagem centrado no aluno, que utilize pequenos grupos, e uma aprendizagem ativa em que os professores atuem como facilitadores.

3: Resultados dos alunos focados no desenvolvimento de habilidades, motivação e amor pela aprendizagem permanente (DRAKE;LONG, 2009 *apud* BENDER, 2014).

Desse modo, o professor na aprendizagem baseada em projeto controla a sala de aula e preza pelo aprendizado de todos, com o diferencial de que o aluno assume o papel central no processo de aprendizagem. O professor os direciona para

materiais de qualidade sobre os conteúdos ensinados e os orienta para que as metas sejam seguidas no tempo determinado, ao final o professor avalia se o aluno desenvolveu aprendizagem e se o produto final do projeto corresponde a questão motriz.

O professor segue algumas etapas sistemáticas para o desenvolvimento da ABP, como definido na figura a seguir:



Fonte: Melo (2022, p. 41).

De acordo com Melo (2022) as seis etapas principais da ABP são subdivididas com tarefas específicas, as características de cada etapas são apresentadas a seguir:

Etapa 1 (Introdução e Planejamento): são definidos a âncora, questão motriz, definição dos objetivos específicos de cada equipe (brainstorming), formação das equipes, distribuição das tarefas, escolha dos artefatos, planejar metas e definir prazos.

Etapa 2 (Pesquisa): Pesquisa (com orientação do professor) e análise dos dados encontrados.

Etapa 3 (Criação e Avaliação do Artefato): desenvolvimento e avaliação inicial sobre a produção dos artefatos e apresentações iniciais.

Etapa 4 (Pesquisa Complementar): Enriquecer o projeto com informações adicionais.

Etapa 5 (Elaboração da Apresentação Final): Revisão de todo projeto e mudanças, se necessário.

Etapa 6 (Exposição e Avaliação Final do Artefato): Exposição do artefato e a avaliação final. (MELO, 2022, p. 41 a 46)

O professor ao fim do projeto avalia, além da rubrica, alguns critérios importantes para confirmar se desenvolvimento do aluno ocorreu como o esperado na utilização da metodologia de ABP, os quais estão apresentados na figura a seguir:

Figura 8 - Resultados Esperados da ABP



Fonte: Mendes (2020,p. 26).

Segundo Mendes (2020) as estratégias realizadas para desenvolver os critérios apresentados na imagem anterior são:

1. Padrões de conteúdo: pesquisas em meios confiáveis de informação e seguir todos os critérios previamente definidos;
2. Colaboração: trabalho em equipe;
3. Pensamento crítico: resolução de problemas complexos;
4. Comunicação oral: Explicar
5. Comunicação escrita: Escrever de forma coerente;
6. Preparação de carreira: resolução de problemas em campo;
7. Cidadania e ética: comprometer-se em questões de interesse da sociedade e global;
8. Alfabetização tecnológica: aprender a utilizar a tecnologia de forma ativa

(produtiva).

Ao iniciar o projeto o professor já deve estar preparado com materiais e recursos para auxiliar os alunos, como também orientar sobre a administração de tempo. Se as tarefas do projeto não estão sendo realizadas como o programado, o objetivo central (aprendizagem) não acontecerá e levar o projeto adiante não fará sentido (MENDES, 2020).

A metodologia de aprendizagem baseada em projeto busca motivar os alunos para o desenvolvimento de aprendizagem e habilidades relevantes para formar cidadãos conscientes, necessárias para o século XXI.

É possível perceber por meio da pesquisa que a abordagem de ensino ABP tem se mostrado mais eficaz do que o ensino tradicional, devido ao envolvimento dos alunos. Diante dos novos fundamentos para o aluno do século XXI tais como a comunicação, o trabalho em equipe e o gerenciamento do tempo associados à interdisciplinaridade, os educadores de hoje são convidados e devem se sentir encorajados a explorar e implementar o ensino ABP. (LIECHESKI, 2019, p. 40)

Conforme, Liecheski (2019) a metodologia ABP é uma abordagem de ensino que apresenta resultados eficazes, sendo uma opção interessante para inovar na metodologia em sala de aula e trabalhar a interdisciplinaridade, entre todos os outros benefícios já apresentados na pesquisa.

5 NEUROEDUCAÇÃO NA ABP E O ENSINO DE QUÍMICA

A BNCC apresenta em seu texto o que espera que a disciplina de ciências da natureza contribua aos alunos do ensino fundamental. O desenvolvimento da capacidade de atuação no mundo e sobre o mundo é apresentado como finalidade principal, então espera-se que a disciplina promova situação em que os alunos desenvolvam as habilidades descritas a seguir:

- Definição de problemas: observar o mundo a sua volta e fazer perguntas; analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações; propor hipóteses.
- Levantamento, análise e representação: planejar e realizar atividades de campo; desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados; avaliar informações; elaborar explicações e/ou modelos; associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos; selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos; aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico; desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.
- Comunicação: organizar e/ou extrapolar conclusões; relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal; apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações; participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral; considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões.
- Intervenção: implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos; desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.

De acordo com as habilidades, demonstradas anteriormente, em que a BNCC apresenta como expectativa para o desenvolvimento cognitivo do aluno, observa-se que existe uma assimilação com o que é esperado que ocorra na utilização da metodologia de ABP, como mostra na imagem a seguir, a qual é uma construção da

junção entre os objetivos da BNCC e da ABP:

Figura 9 - Desenvolvimento esperado de habilidades na BNCC e ABP

• BNCC • TERMOS DA ABP	DESENVOLVIMENTO ESPERADO COM O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DE ACORDO COM A BNCC	DESENVOLVIMENTO ESPERADO COM A METODOLOGIA DE ABP
DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS (BNCC): ÂNCORA (ABP): BRAINSTORMING (ABP):	• observar o mundo a sua volta e fazer perguntas; • analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações; • Propor hipóteses.	• Pensamento crítico: resolução de problemas complexos;
LEVANTAMENTO, ANÁLISE E REPRESENTAÇÃO (BNCC): ARTEFATOS (ABP): APRENDIZAGEM EXPEDICIONÁRIA (ABP): WEB 2.0 (ABP): QUESTÃO MOTRIZ (ABP):	• Planejar e realizar atividades de campo; • Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados; • Avaliar informações; • Elaborar explicações e/ou modelos; • Associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos; • Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos; • Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico; • Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.	• Padrões de conteúdo: pesquisas em meios confiáveis de informação e seguir todos os critérios previamente definidos; • Alfabetização tecnológica: aprender a utilizar a tecnologia de forma ativa (produtiva).
COMUNICAÇÃO (BNCC): VOZ E ESCOLHA DO ALUNO (ABP):	• Organizar e/ou extrapolar conclusões; • Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal; • Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações; • Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral; • Considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões.	• Comunicação escrita: Escrever de forma coerente; • Comunicação oral: Explicar • Colaboração: trabalho em equipe;
INTERVENÇÃO (BNCC): DESEMPENHO AUTÊNTICO (ABP):	• Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos; • Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.	• Preparação de carreira: resolução de problemas em campo; • Cidadania e ética: comprometer-se em questões de interesse da sociedade e global;

Fonte: Bender (2014); Brasil (2018).

A partir das colocações da BNCC, o documento apresenta que o ensino de ciências da natureza (o qual a química está incluído) deve preparar o aluno com habilidades e competências essenciais para formação de um cidadão com um olhar crítico para os problemas da sociedade que o mesmo perceba a ligação entre o problema em questão e o aprendido na escola. A BNCC coloca o professor como facilitador e espera que o mesmo possa despertar no aluno a curiosidade científica, como demonstrado na citação a seguir:

Pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar

resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2018,p. 322).

Nesse mesmo sentido, a ABP busca o desenvolvimento de habilidades e competências a partir do ensino motivador (com desafios possíveis de conclusão) com questões norteadoras que envolvam problemas do cotidiano do aluno (método que facilita a passagem de informação concreta para abstrata) estimulando o pensamento crítico, a criatividade e o trabalho em equipe. Como defendido por Mendes (2020), a ABP provou ser eficaz para o ensino de química por trabalhar os conhecimentos abstratos a partir de conhecimento do cotidiano do aluno (concreto) o que permite formar ligações entre as informações novas com as informações já registradas na memória de longo prazo, permitindo que o processo de aprendizagem ocorra.

A aprendizagem baseada em projetos requer um trabalho orientado a tarefas que é muito diferente dos modelos convencionais de ensino, mas provou ser extremamente eficaz nas aulas de química. Quando a abordagem do projeto toma conta da sala de aula, os alunos também ganham oportunidades de se envolver na solução de problemas do mundo real. Em vez de aprender sobre química dos alimentos em abstrato, os alunos atuam como consultores para desenvolver um cardápio escolar mais saudável. (MENDES, 2020, p. 24).

Logo, as justificativas neuroeducacionais para a utilização da metodologia de aprendizagem baseada em projetos no ensino de química (na disciplina de ciências da natureza, ensino fundamental II), são a partir dos processos que o sistema nervoso executa para que a aprendizagem ocorra. O Brainstorming da ABP é relevante para que o professor faça uma sondagem do conhecimento que o aluno já tem sobre o assunto (percepção); a questão motriz e a âncora devem despertar a curiosidade e interesse do aluno (motivação); o desempenho autêntico e voz do aluno, permite pensar qual seria a atitude de um adulto para resolver o problema e realizar escolhas (funções cognitivas e atenção); a aprendizagem expedicionária, o aluno realizar aula de campo e esse tipo de atividade é importante no

desenvolvimento de memórias de longo prazo por envolver fatores emocionais (emoção e memória); web 2.0 e artefato, a utilização de tecnologias para buscar embasamento para o resultado da problematização e desenvolvimento criativo para a elaboração e apresentação dos resultados que podem ser de relatórios a peças teatrais (plasticidade cerebral) e por fim, a rubrica permite ao aluno trazer de volta o conhecimento adquirido durante a elaboração do projeto (evocação do conhecimento).

Com isso, percebe-se que a ABP alcança a aprendizagem eficaz por utilizar de tarefas que estimulam os processos cognitivos essenciais para a mudança comportamental do aluno (aprendizagem).

5.1 PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO:

Proposta de projeto:

Tabela Periódica: Os elementos e os alimentos

No projeto, Tabela Periódica: Os elementos e os alimentos, tem por objetivo ajudar o aluno a perceber a química a sua volta a partir da contextualização, facilitando o ensino e aprendizagem. As contextualizações presentes no projeto ativam a atenção e a percepção do aluno, por juntar o conhecimento do cotidiano com o novo, proporcionando a criação de novas informações ligadas às já presentes na memória do aluno, promovendo a aprendizagem eficaz.

O projeto segue as etapas presentes na metodologia de ABP, onde os alunos devem, ao fim, identificar os símbolos dos elementos químicos, os grupos pertencentes, o número atômico e de massa. Assim, como reconhecer a importância dos elementos químicos para o correto funcionamento do corpo humano.

O projeto segue as 6 etapas de desenvolvimento da ABP.

1. Etapa de introdução e planejamento:
 - Iniciar a aula com uma imagem da tabela periódica e desafiar os alunos a citarem quais elementos são conhecidos por eles (rápida sondagem do conhecimento prévio do aluno);
 - Aula expositiva de apresentação dos conceitos da tabela, com o auxílio de

slides;

- Debate sobre o assunto;
- Propor a criação de infográficos com informações nutricionais do papel dos elementos químicos presentes na tabela periódica para o corpo;
- Formar os grupos para o desenvolvimento do projeto.

2. Pesquisa:

- O professor apresenta um exemplo de infográfico;
- Apresentar opções de sites de utilização gratuita para criação dos infográficos;
- Apresentar sites confiáveis para pesquisa, propor a leitura de artigos sobre o tema.

3. Criação e avaliação do artefato:

- Tirar dúvidas;
- Avaliar os materiais criados.

4. Pesquisa complementar:

- Recapitular os conteúdos estudados.

5. Elaboração da apresentação final:

- Mostra do produto final para o professor;
- Propor mudanças, se necessário.

6. Exposição e avaliação final do artefato:

- Apresentação dos produtos criados;
- Aplicação de atividade avaliativa.

No artefato devem conter as seguintes informações a seguir, na frente do infográfico, colocar os elementos químicos escolhidos e os alimentos correspondentes, breve informação dos benefícios ao consumir e dos malefícios de

não consumilos.

No verso do infográfico, colocar os elementos da tabela periódica utilizados, adicionando as seguintes informações: nome, símbolo, número de massa, número atômico e grupo pertencente.

Termos da ABP, utilizados no projeto:

- Âncora: Conhecer a química e reconhecê-la nos alimentos.
- Artefatos: Produção dos infográficos e apresentar o produto final.
- Desempenho autêntico: A partir dos conhecimentos alcançados, quais os benefícios das substâncias químicas para o corpo.
- Brainstorming: Organizar as tarefas que devem ser realizadas.
- Questão motriz: A partir do que foi estudado seria possível vivermos sem as substâncias químicas ?
- Voz e escolha do aluno: O desenvolvimento do projeto é realizado pelos alunos com o professor auxiliando com o que for preciso.
- Web 2.0: Utilização de sites para pesquisa e elaboração dos infográficos.
- Rubrica: Avaliação ao fim do projeto (avaliação com questões abertas e fechadas) e dos artefatos produzidos.

O projeto espera alcançar a aprendizagem eficaz utilizando aulas contextualizadas o aluno sendo protagonista do seu conhecimento, desenvolvendo o pensamento crítico e autonomia na busca por informações confiáveis.

Ativando várias áreas cerebrais, por contribui para leitura a atenção, foco, controle emocional (aceitar opiniões diferentes), criatividade e o envolvimento de sentimentos e emoções (fatores importantes para formação de memória de longo prazo), diferente da aula expositiva onde o aluno assiste a aula de forma passiva e as informações apresentadas na aula ficam apenas na memória de curto prazo.

Com a aplicação da rubrica, após a apresentação dos resultados, o professor está trabalhando a invocação do conhecimento e contribuindo para uma aprendizagem efetiva.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida sobre a química aplicada na disciplina de ciências da natureza com ênfase no ensino fundamental II, com a neuroeducação justificando a utilização da metodologia de aprendizagem baseada em projeto como uma alternativa eficaz.

As conclusões obtidas com a revisão da literatura sobre ensino de química em nível fundamental II, neuroeducação e ensino baseado em projetos, pode observar respectivamente que;

- O ensino de química, apesar da disciplina de ciências natureza ser uma disciplina que integra biologia, física e química, os conteúdos de biologia são ensinados de forma contínua durante todo ensino fundamental e os conteúdos de química e física são deixados para o último ano do ensino fundamental II e trabalhados sem interdisciplinaridade e a contextualização.
- A neuroeducação fundamenta a relevância de relacionar o conteúdo da aula com o que já é conhecido pelo aluno, por promover a ativação dos sentidos de percepção e atenção (funções cerebrais importantes para a aprendizagem), assim como as emoções e sentimentos impactam na formação das memórias. Entender que existem fatores externos a sala de aula, que influenciam na aprendizagem: o sono (na plasticidade), a fome (a falta de proteínas impede as reestruturações e formações de novas sinapses) e como os estímulos do ambiente impactam para o desenvolvimento das funções cerebrais.
- Na ABP o professor é mediador, apresenta os conteúdos, esclarece dúvidas e orienta os alunos para que as tarefas sejam cumpridas dentro do prazo. É uma metodologia que engaja os alunos utilizando estratégias de motivação (desafios possíveis de serem alcançados) e os colocam como protagonistas no processo de aprendizagem. Desenvolver habilidades investigativas, de análise, de planejamento, trabalho em equipe, respeitar a opinião do outro e a criatividade para demonstração dos resultados.

O ensino tradicional ainda está presente na sala de aula e a química sendo trabalhada com o foco na resolução de problemas com fórmulas, tabela periódica e substâncias químicas, o aluno não consegue ver a utilização dos conteúdos na sua vida o que contribui para o desinteresse pela disciplina. Por exemplo, ao invés de só

mostrar ao aluno que o óleo e a água não se misturam e que algumas substâncias são mais densas que outras, seria interessante o complemento com uma amostra do que ocorre quando se joga água em incêndio de óleo quente, utilizando vídeo para demonstração ou até mesmo entrar em contato com os bombeiros da cidade para, se possível, os alunos fazerem uma visita ao batalhão de bombeiros para observarem uma demonstração do perigo em misturar água e óleo quente.

Em situações como no exemplo anterior a aprendizagem é alcançada por seguir passos que contribuem para sua concretização da informação. Com justificativas da neuroeducação, quando o educador apresenta um assunto novo, aquela informação vai para memória de curto prazo que é esquecida com a chegada de outra informação, isso se o aluno voltar a atenção para o que está sendo ensinado, caso não nem para memória de curto prazo vai. Mas se o educador de forma diferente trouxe uma informação já conhecida do aluno e contextualizando com o assunto da aula, a percepção ativa a atenção, e ocorre formação de novas sinapses e ligações entre as novas e as já existentes, o que assegura que o aluno não esqueçam de forma tão rápida. Quando é utilizado um exemplo, como o exemplo do incêndio por óleo, ativa as áreas cerebrais das emoções e torna fixa a informação na memória de longo prazo, ocorrendo então a aprendizagem eficaz.

Portanto, a utilização da metodologia de ABP alcança a aprendizagem por trabalhar de forma que motiva e coloca o aluno responsável pelo seu processo de ensino atribuindo a ele responsabilidade de buscar o conhecimento (base confiável) para resolução de questões que envolvem o conhecimento prévio, conhecimento do cotidiano e conhecimentos programáticos da disciplina, apresentando os resultados do que aprendeu de forma criativa (infográficos, paródia, peça teatral, podcasts, entre outros). Contribui para aprendizagem estimulando o pensamento crítico, a criatividade, a utilização de tecnologias e o trabalho em equipe. Prepara o aluno para a sociedade.

Com isso, conclui-se que os objetivos do estudo foram alcançados, visto que foi possível com a revisão de literatura comprovar que os conceitos neuroeducacionais associados a aprendizagem baseada em projetos são ferramentas que facilitam o processo de ensino e aprendizagem contribuindo para construção do conhecimento. Sendo constatado com a proposta de projeto apresentado na pesquisa, que é possível trabalhar os conceitos de neuroeducação e

ABP em sincronia para tornar o ensino de química interessante e prazeroso, promovendo o desenvolvimento intelectual e social do aluno.

Como também, mostrar a relevância do estudo do cérebro para os professores, pois todos os dias os professores promovem mudanças nos cérebros dos alunos. Dessa forma é interessante que o professor tenha conhecimento de como e quais processos são necessários para se chegar a aprendizagem, como também compreender que questões sociais e pessoais podem interferir no desenvolvimento do aluno, assim como: a fome, o sono, as emoções, a depressão, ansiedade entre outros problemas que atrapalham o sucesso do processo de aprendizagem.

Espera-se que mais pesquisas sejam desenvolvidas analisando a eficácia da utilização de conhecimentos da neuroeducação e a ABP no ensino de química, com a possibilidade de pesquisa aplicada em sala de aula.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Ana Luiza Neiva; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília, DF: SESI/DN, 2020. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/24/33/24331119-5631-42c0-b141-9821064c820c/neurociencia_e_educacao_2022.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.

AZEVEDO, Cylla Nathana Nascimento. **Metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem de química: uma revisão integrativa**. 2021. 41 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Centro de Educação e Saúde- Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080>. Acesso em: 20 dez. 2022.

BATISTA, Érika da Costa. **Neuroeducação e ensino das ciências: contribuições cognitivas para o Ensino fundamental I**. 2018. 89 fls. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia)- Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea>. Acesso em: 10 jan. 2023.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Tradução: Fernando de Siqueira Rodrigues; revisão técnica: Maria da Graça Souza. Porto Alegre: Penso, 2014.

BRANDÃO, Marcus Lira. **As bases biológicas do comportamento: introdução à neurociência**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2004.

BRANDÃO, Amanda dos Santos; CALIATTO, Susana Gakyia. Contribuições da neuroeducação para a prática pedagógica. **Exitus**, v. 9, n. 3, p. 521-547, 2019. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **LDB: lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, DF: Senado Federal, 2017. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf Acesso em: 10 jan 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetro Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 12 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 12 jan. 2023.

BAUCHOT, Roland. A Afasia de Broca: descoberta por Paul Broca da zona cerebral da linguagem articulada. **Verba Volant**, Pelotas: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, v. 1, n. 1, jul./dez. 2010. Tradução: Mirian Rose Brum-de-Paula. Disponível em: <http://letras.ufpel.edu.br/verbavolant/brocaa.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2023.

CORDEIRO, Karolina Maria de Araújo. **O impacto da pandemia na educação: a utilização da tecnologia como ferramenta de ensino**. Manaus, AM: Faculdades IDAAM, 2020. Artigo. Disponível em: <https://dspace.sws.net.br/jspui/IMPACTODAPANDEMIANAEDUCAUTILIZADATECNOLOGIACOMOFERRAMENTAENSINO.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2023.

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

FERREIRA, Amanda Barbosa Martins. **A importância da neuroeducação: a potencialização da aprendizagem no Ensino fundamental**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/17118/1/AFerreira.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUSMÃO, Sebastião; SILVEIRA, Roberto Leal; CABRAL FILHO, Guilherme. Broca e o nascimento da moderna neurocirurgia. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v. 58, n. 4, p. 1114–1152., dez. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/gT9yf46m3qNZS8xznQMFD7Spdf>. Acesso em: 18 fev. 2023.

KELM, L. R.; MATOS UHMANN, R. I. O ensino de ciências e de química no ensino fundamental. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 9, n. 01, 2021. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php>. Acesso em: 23 jan. 2023.

KREBS, Claudia.; AKESSON, Elizabeth; WEINBERG, Joanne. **Neurociências ilustrada**. tradução: Maiza Ritomy Ide, Maria Cristina Gulate Monteiro; revisão técnica: Maria Elisa Calcagnotto. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013.

LIECHESKI, Adriane. **Integração entre a aprendizagem baseada em projetos e o ensino de química: uma proposta para construção da consciência ambiental**. 2019. Dissertação (Mestrado em Química em Rede Nacional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28857/2/aprendizagembaseadaprojetos.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

MELO, Joice de Lima. **Aprendizagem baseada em projetos no ensino de química**: atuação na formação humana integral de alunos da EPTNM. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

MENDES, Sérgio Henrique dos Santos. **Análise da metodologia de aprendizagem baseada em projeto no ensino de química aplicada a mostra brasileira de foguetes no colégio estadual profissionalizante de administração**. 2020. 77 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2020. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

MOURÃO-JÚNIOR, Carlos Alberto; OLIVEIRA, Andréa Olimpio; FARIA, Elaine Leporate Barroso. Neurociência cognitiva e desenvolvimento humano. **Temas em Educação e Saúde**, Araraquara, SP, v. 7, 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/tes/article>. Acesso em: 30 mar. 2023.

PANTANO, Telma; ZORZI, Jaime Luiz. **Neurociência aplicada à aprendizagem**. São José dos Campos, Sp: Pulso, 2009.

RIBEIRO, Felipe Vitorio; AMORIM, Ana Paula de Oliveira; LOPES, Carlos Silva. Discutindo fake news sobre química durante a pandemia da COVID-19: como elas têm influenciado os alunos?. **Revista Thema**, Pelotas, v. 21, n. 2, p. 387–401, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article>. Acesso em: 8 maio. 2023.

REINALDO, Thais Adrienne Silva; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. O ensino de Ciências nos anos finais do Ensino fundamental: uma análise curricular com enfoque nos conhecimentos químicos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 1, p. 1–24, 2023. DOI: 10.26843/rencima.v14n1a07. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SANTANA, Ana Carulina Rodrigues de Oliveira. **A química no Ensino fundamental**: uma proposta investigativa e contextualizada. 2020. 88 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências - Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Central, Anápolis, 2020. Disponível em: https://DISSERTACAO_ANA_SANTANA.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

SANTOS, Calline Palma; SOUSA, Késila Queiroz. A neuroeducação e suas contribuições às práticas pedagógicas contemporâneas. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 9; FÓRUM PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL, 10., 2016, Aracajú, SE **Anais [...]**. Aracaju: Universidade Tiradentes, 2016. p. [1-11]. Disponível em: https://www.academia.edu/_NEUROEDUCACAO_E_SUAS_CONTRIBUICOES_OS_PRATICAS_PEDAGOGICAS_CONTEMPORANEAS. Acesso em: 20 fev. 2023.

SAVIANI, Dermeval. Pedagogia: o espaço da educação na universidade. **Cadernos de Pesquisa**, Campinas, v. 37, n. 130, p.99-134, jan. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SÁVIO, Anderson; PESSOA, Amilcar. A química no Ensino fundamental: metodologias alternativas vs metodologia tradicional. **Research Gate**, nov. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355916087_A_QUIMICA_NO_ENSINO_FUNDAMENTAL_METODOLOGIAS_ALTERNATIVAS_vs_METODOLOGIA_TRADICIONAL_THE_CHEMISTRY_IN_ELEMENTARY_TEACHING_METHODOLOGIES_ALTERNATIVES_vs_TRADITIONAL_METHODODOLOGY . Acesso em: 21 fev. 2023.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

THOMAZ, Estrella Marlene da Silva. **Neurociências e seus vínculos com ensino, aprendizagem e formação docente**: percepções de professores e licenciandos da área de ciências da natureza. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2018. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2>. Acesso em: 21 fev. 2023.

TOKUHAMA-ESPINOSA Tracey Noel. **The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)**. 2008. 625 fls. Thesis (Doctoral in Education) - Postgraduate Program in Education, Capella University. Minnesota, 2008. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008PhDT>. Acesso em: 21 fev. 2023.

VIEIRA, Luis Duarte; NICOLODI, Jean Carlos; DARROZ, Luiz Marcelo. A área de Ciências da Natureza nos PCNs e na BNCC. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 5, p. 105-122, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021>. Acesso em: 24 fev. 2023.