



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL



ISAC JIMENES

**UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE DO USO DA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROJETOS EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Campo Grande – MS

2023

ISAC JIMENES

**UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE DO USO DA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROJETOS EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química

Orientador: Prof. Dr. Ivo Leite Filho

Campo Grande – MS

2023

ISAC JIMENES

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE DO USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química

Orientador: Prof. Dr. Ivo Leite Filho

Aprovado em 12 de julho de 2023

COMISSÃO EXAMINADORA



Documento assinado eletronicamente por **Ivo Leite Filho, Professor do Magistério Superior**, em 12/07/2023, às 16:23, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANA CLAUDIA TASINAFFO ALVES, Usuário Externo**, em 12/07/2023, às 21:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Isac Jimenes, Usuário Externo**, em 18/09/2023, às 14:04, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **María Elena Infante Malachias, Usuário Externo**, em 03/10/2023, às 19:42, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4157241** e o código CRC **42602544**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA - PROFISSIONAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária
CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde, sabedoria e por permitir que conquistasse mais essa vitória.

Aos meus pais que me guiaram e me ajudaram a compreender a importância da educação na formação como cidadão.

Ao meu orientador, professor Dr. Ivo Leite Filho, pela dedicação, conhecimento, paciência, compreensão e por acreditar no meu trabalho.

Agradeço também aos demais professores do Programa de Pós-graduação PROFQUI/UFMS, pelos momentos de aprendizagem, trocas de conhecimentos e experiências.

Aos colegas de turma e amigos de jornada, meus agradecimentos pelo convívio e contribuições ao longo desse período, pelos momentos de aprendizagem, pelas palavras de motivação e incentivo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“O processo real da educação deve ser o processo de aprender a pensar através da aplicação de problemas reais.”

- *John Dewey*

RESUMO

As metodologias ativas têm sido muito sugeridas como estratégias para melhoria da qualidade da educação básica, pois a escola é um ambiente propício para o desenvolvimento de sujeitos autônomos e que tenham a capacidade na resolução de problemas ao qual nos deparamos constantemente. Porém tem sido observado que em muitas escolas o modelo que ainda persiste é a metodologia expositiva, com a preocupação apenas na transmissão de conteúdos e centrado no professor. Diante das propostas da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que compreende um conjunto de orientações que visa conduzir as equipes pedagógicas na construção dos currículos na Educação Básica de forma mais integradora, e sendo esse um tema constante em reuniões entre professores e gestores escolares, existe a necessidade de buscar efetivar essas novas metodologias, a qual na prática impõem muitos desafios para a sua implementação. Embora a BNCC não mencione uma prescrição de uma metodologia de ensino específica, faz algumas orientações gerais sobre como as aprendizagens podem ser desenvolvidas. Uma metodologia que pode ser utilizada para desenvolver as aprendizagens indicadas pela BNCC é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj). Essa metodologia consiste em propor um projeto desafiador aos estudantes, que exige a aplicação de conhecimentos e habilidades em um contexto real. Ao utilizar a ABPj em sua prática pedagógica, o professor pode adaptar a metodologia para atender às necessidades e características dos estudantes, levando em consideração suas experiências, interesses e potencialidades. Neste trabalho de pesquisa analisou-se cinco dissertações de mestrado que previamente foram selecionadas a partir do Repositório de Teses e Dissertações da Capes, com base nas palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino Médio e Química. Esta pesquisa é classificada predominantemente como bibliográfica e de caráter qualitativo que teve por objetivo analisar os principais resultados obtidos sobre o uso da metodologia ativa ABPj no contexto escolar no Ensino de Química. O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou à elaboração de um produto educacional na forma de um manual instrucional abordando o tema “A História da Espectroscopia na Descoberta dos Elementos Químicos” com orientações balizadoras, seguindo a abordagem da metodologia ativa ABPj, sendo destinada principalmente aos professores de Química que atuam no Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino Médio; Metodologias Ativas; Química.

ABSTRACT

Active methodologies have been widely suggested as strategies for improving the quality of basic education, since school is an environment conducive to the development of autonomous subjects who have the ability to solve the problems we are constantly faced with. However, it has been observed that in many schools the model that still persists is the expository methodology, concerned only with the transmission of content and centered on the teacher. Faced with the proposals of the new National Common Curriculum Base (BNCC), which comprises a set of guidelines aimed at guiding pedagogical teams in the construction of curricula in Basic Education in a more integrative way, and this being a constant theme in meetings between teachers and school managers, there is a need to seek to implement these new methodologies, which in practice impose many challenges for their implementation. Although the BNCC does not prescribe a specific teaching methodology, it does provide some general guidelines on how learning can be developed. One methodology that can be used to develop the learning indicated by the BNCC is Project-Based Learning (PBL). This methodology consists of proposing a challenging project to students, which requires the application of knowledge and skills in a real context. By using PBL in their teaching practice, teachers can adapt the methodology to meet the needs and characteristics of the students, taking into account their experiences, interests and potential. This research study analyzed five master's dissertations that were previously selected from the Capes Repository of Theses and Dissertations, based on the keywords: Project-Based Learning, Secondary Education and Chemistry. This research is classified predominantly as bibliographical and qualitative in nature, with the aim of analyzing the main results obtained from the use of the active PBL methodology in the school context in Chemistry Teaching. The development of this research enabled the preparation of an educational product in the form of an instructional manual addressing the theme "The History of Spectroscopy in the Discovery of the Chemical Elements" with guiding guidelines, following the approach of the active methodology PBL, being aimed mainly at chemistry teachers who work in high school.

Keywords: High School; Active Methodologies; Chemistry.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos selecionados para Revisão Bibliográfica.....	24
Quadro 2 - Características essenciais da ABPj de acordo com Bender (2014).....	26
Quadro 3 - Algumas características encontradas nas dissertações selecionadas.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPj – Aprendizagem Baseada em Projetos

BIE - Buck Institute for Education

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

EUA – Estados Unidos da América

MA – Metodologias Ativas

MS – Mato Grosso do Sul

PBL - Project Based Learning

PROFQUI – Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

QNESC - Química Nova na Escola

TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. OBJETIVOS	18
3.1. Objetivo Geral.....	18
3.2. Objetivos Específicos	18
4. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.....	19
4.1. Aplicação da ABPj no Ensino de Química	21
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
5.1 Tipo de Pesquisa.....	23
5.2 Universo e Amostra	23
5.3. Análise dos Dados	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
6.1. Análise das Dissertações quanto ao Processo Pedagógico e Atividades desenvolvidas na escola.	27
6.1.1. Dissertação 1 (D1).....	27
6.1.2. Dissertação 2 (D2).....	29
6.1.3. Dissertação 3 (D3).....	30
6.1.4. Dissertação 4 (D4).....	31
6.1.5. Dissertação 5 (D5).....	33
7. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	38
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
9. REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE A – Produto Educacional.....	45

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2013 iniciei o meu trabalho como professor de Química na Rede Estadual de Ensino do Estado de Mato Grosso do Sul-MS, atuando por dois anos e meio no Município de Campo Grande-MS e após esse período fui transferido a pedido para o Município de Ponta Porã-MS onde desde então leciono até o presente momento.

E durante toda a minha trajetória como docente, a educação básica passou por diversas mudanças tais como: a publicação da Lei n. 13.005/2014, que instituiu o Plano Nacional de Educação (PNE) para o decênio 2014-2024, e que possibilitou o processo de criação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

E mais adiante podemos citar ainda a Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que alterou a Lei n. 9.394/1996 (LDB) com a reformulação do Ensino Médio e as Resoluções n. 2/2017 e 4/2018, do Conselho Nacional de Educação, instituindo a BNCC, organizada a partir de dez competências gerais para a Educação Básica, bem como pelos objetivos de aprendizagem que resultaram na ênfase às competências e habilidades específicas em cada etapa da educação básica.

Deu-se prosseguimento às mudanças por meio da Resolução CNE/CEB n. 3/2018, em que o Conselho Nacional de Educação estabeleceu a atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), nessa atualização foram regulamentadas diversas alterações advindas da Lei 13.415/2017, das quais se destacam a ampliação progressiva da carga horária mínima anual do Ensino Médio, a reformulação dos currículos, contemplando a BNCC como referência obrigatória, a composição curricular abrangendo Formação Geral Básica orientada pela BNCC e complementada pela parte diversificada e Itinerários Formativos.

Já para o cumprimento da Resolução CNE/CEB n. 3/2018, o Ministério da Educação publicou a Portaria n. 1.432/2018, estabelecendo assim os referenciais para a elaboração dos Itinerários Formativos. Desse modo, a portaria orientou os sistemas de ensino no processo de construção da flexibilização curricular.

E todo esse processo de mudanças culminou com a elaboração do Currículo de Referência do Ensino Médio de Mato Grosso do Sul. Sendo assim, essas novas diretrizes se tornaram pauta nas discussões e reuniões pedagógicas nas escolas públicas acerca de quais práticas pedagógicas satisfazem essas novas diretrizes e que deverão ser adotadas por grande parte dos professores, que, todavia, está baseado num modelo tradicional de transmissão de conteúdo ao qual necessita ser superado.

Diante disso gestores escolares têm estimulado o uso das metodologias ativas no âmbito escolar com o objetivo de alinhar-se a BNCC (BRASIL, 2018), que propõe uma formação integral do estudante, com uma participação mais ativa no processo de ensino aprendizagem, em que o professor se torna o mediador entre o conhecimento e a percepção de mundo dos estudantes, de forma a estimular a curiosidade, o interesse, para que os mesmos se tornem agentes na construção do próprio conhecimento.

Em fevereiro 2020 com o início da semana de reuniões pedagógicas na escola em que trabalho pude perceber que fora marcado por muitas inquietações devido à situação de pandemia causado pelo COVID-19, bem como debates, dúvidas e incertezas entre colegas professores e gestores sobre as mudanças que a elaboração dos documentos oficiais trariam na organização das atividades escolares.

Em meio a essas preocupações relacionadas às mudanças na educação básica estabelecidas pela BNCC em agosto de 2020 iniciei o curso no Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI) ofertado pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em que meu objetivo consistia em ficar atualizado diante das novas demandas que a profissão de docente exigia e uma maneira também de estabelecer novos conhecimentos que pudessem contribuir na minha prática docente.

O uso do termo “metodologias ativas” também passou a fazer parte de discussões entre professores e gestores escolares durante as reuniões pedagógicas na escola em que atuo, os quais estimulavam a sua aplicação como uma forma de se adequar as exigências estabelecidas pela BNCC como sugestões para melhorar a prática pedagógica ao qual ainda era marcada por muitas vezes, apenas por meio da exposição oral e resolução de exercícios no quadro.

Em uma dessas ocasiões foi mencionado como sugestão pela equipe gestora o uso da metodologia denominada como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), em conversa com demais colegas percebi que carecia de mais informações que estabelecessem uma compreensão mais adequada sobre como executar tal metodologia, quais os passos a seguir? Como avaliar por meio dessa metodologia ativa? Segundo John Dewey, filósofo e educador progressista, a aprendizagem ocorre quando o conhecimento é aplicado a situações reais e relevantes (DEWEY, 1979, p.169). Essa ênfase destaca a importância de relacionar o aprendizado teórico à prática, algo que a aprendizagem baseada em projetos proporciona ao envolver os estudantes em atividades práticas e contextualizadas na disciplina de química. Embora no ensino de química, a ABPj possa oferecer uma abordagem mais dinâmica e contextualizada, que aproxima os conceitos

teóricos da realidade dos estudantes, é importante compreender como a ABPj tem sido aplicada nesse contexto específico, quais são os resultados observados e quais os desafios que podem surgir durante o desenvolvimento dessa metodologia. Diante disso surge a questão norteadora desta pesquisa. Quais são os principais resultados obtidos em dissertações de mestrado publicados sobre a utilização da metodologia ativa ABPj em Química no contexto do Ensino Médio?

O presente trabalho de dissertação estrutura-se em nove tópicos, apresentando-se no primeiro a introdução com a estruturação acerca da dissertação baseado em vários autores. No segundo tópico foi a justificativa da dissertação, mencionando a importância da investigação sobre o uso da ABPj no ensino de química. No terceiro tópico é abordado os objetivos gerais e específicos da dissertação, que delimitam a finalidade desta pesquisa. No quarto tópico, descreve-se acerca dos aspectos históricos indicando os precursores das ideias que levaram na organização da ABPj, bem como suas características. No quinto tópico foi realizada a descrição acerca da metodologia empregada, com a apresentação dos critérios de inclusão e exclusão que permearam na escolha das dissertações. No sexto tópico, descreve-se os resultados e as discussões desenvolvidas com base nos critérios estabelecidos a análise da relação entre os resultados obtidos e os elementos teóricos. No sétimo tópico, é feita uma breve descrição sobre o produto educacional resultante. No sexto tópico, é apresentada a conclusão das análises das dissertações selecionadas. No oitavo tópico foram feitas as considerações finais. Já no nono e último tópico, são apresentadas as referências utilizadas nesta dissertação. E no Apêndice A encontra-se disponível na íntegra o Produto Educacional de aprendizagem intitulado: "A História da Espectroscopia na Descoberta dos Elementos Químicos: Uma Proposta de um Manual Instrucional por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj)".

2. JUSTIFICATIVA

Atualmente as metodologias ativas têm sido bastante difundidas em pesquisas acadêmicas em virtude da necessidade de mudanças impostas pela própria sociedade. De acordo com Bacich; Moran (2018), as “Metodologias Ativas” são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida.

As metodologias ativas são um convite ao diálogo e à construção conjunta do conhecimento, pois favorece a participação ativa e crítica dos estudantes na busca por soluções para os desafios da sociedade contemporânea (MORAN, 2018). Sob essa mesma ótica os processos de aprendizagem em que os estudantes participam ativamente da construção do conhecimento têm sido um dos métodos que se contrapõe ao modelo tradicional de transmissão de conteúdo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Berbel (2012), também defende que o uso de metodologias ativas desperta curiosidades, impulsiona a aprendizagem através da superação de desafios.

No contexto dessa abordagem, a BNCC (BRASIL, 2018), que se trata de um documento norteador para a criação do currículo em todas as escolas brasileiras, se caracteriza na ênfase das competências e habilidades que devem ser desenvolvidas ao longo da Educação Básica, possibilitando ao estudante a condição de protagonista na construção dos seus conhecimentos. Tais características estão fundamentadas a seguir:

Reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2017 p. 14).

A proposta da BNCC traz ainda um grande desafio ao integrar as disciplinas de química, física e biologia dentro da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Este documento define o conjunto das aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, a fim de assegurar o desenvolvimento de competências gerais, que envolvem conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para resolver as demandas do cotidiano. E propõe um aprofundamento durante todo o Ensino Médio, nas seguintes temáticas:

Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos e Processos e Práticas em Investigação, esse último, permite ao estudante investigar, analisar e discutir situações-problemas relacionados a diferentes contextos socioculturais, possibilitando compreender leis, teorias e modelos para aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e do ambiente.

Especificamente a química, caracteriza-se por envolver conhecimentos sobre o uso, as propriedades e as transformações dos materiais, bem como modelos que explicam as principais características do arranjo da natureza que se observa.

No entanto é necessário que a abordagem desses temas possa ser desenvolvida de forma que o conhecimento faça sentido para a vida dos estudantes. Apenas o ensino expositivo tradicional, que se baseia na transmissão de informações pelos professores e na memorização de fatos e dados por parte dos estudantes, já não é suficiente para contemplar às necessidades atuais.

Para atender a esta nova sociedade, o estudante da Educação Básica deve possuir habilidades e competências tais como: resolução de problemas, pensamento crítico, comunicação de ideias e cooperação (PERRENOUD,1999). Para isso, uma alternativa é o uso de metodologias ativas no ensino, que dentre as existentes selecionamos a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) que possibilita, segundo Bender (2014), o desenvolvimento das habilidades e competências do século XXI.

A ABPj pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas. [...] A investigação dos alunos é profundamente integrada à aprendizagem baseada em projetos, e como eles têm, em geral, algum poder de escolha em relação ao projeto do seu grupo e aos métodos a serem usados para desenvolvê-los, eles tendem a ter uma motivação muito maior para trabalhar de forma diligente na solução de problemas (BENDER, 2014 p. 15).

De acordo com Diniz (2015), a elaboração do termo aprendizagem por meio de projetos na perspectiva didática foi designado pelo americano Willian H. Kilpatrick (1871-1965) influenciado principalmente pelas ideias do filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey (1859-1952), que defendia uma educação centrada no desenvolvimento da capacidade de raciocínio e espírito crítico do estudante e afirmava que o pensamento não existia isolado da ação.

Neste sentido, destacamos os estudos com a utilização da metodologia ativa de ensino que ressaltam a importância da ABPj como alternativa metodológica no contexto escolar, dentre eles podemos citar Hernández e Ventura (1999) que defendem uma

reorganização do currículo através de projetos, em vez das fragmentações das disciplinas tradicionais, essa proposta converge com as ideias de Dewey (1979) que leva em consideração a relação da vida do indivíduo com a sociedade, bem como da relação entre teoria e prática e que a educação não se restringisse ao ensino como algo concluído, e sob essa ótica nota-se que essas ideias se contrapõem com as abordagens pedagógicas tradicionais e seus conteúdos rígidos.

Autores como Hernández e Ventura (1999) destacam ainda que o ensino por projetos possibilita ao estudante, a relação dos conhecimentos adquiridos em sala com aqueles que fazem parte do seu contexto sociocultural.

No entanto um dos grandes desafios seria a incorporação dessa metodologia ativa por parte dos professores na sua prática pedagógica, que por vezes pode ser desafiadora em função da sua própria formação inicial, ao qual possui como base o modelo tradicional, bem como devido a algumas dificuldades específicas da ABPj, que incluem:

1. Disponibilidade de materiais e equipamentos: muitos projetos de química ou uso de materiais e equipamentos especializados, que podem não estar disponíveis em todas as escolas ou em quantidade suficiente para todos os estudantes.
2. Segurança: a realização de experimentos químicos pode ser perigosa se as precauções de segurança adequadas não forem tomadas. Isso pode ser particularmente problemático em escolas com recursos limitados ou sem um laboratório de química bem equipado.
3. Complexidade dos projetos: alguns projetos de química podem ser muito complexos e exigem conhecimentos avançados em química e matemática. Isso pode tornar difícil para alguns estudantes compreenderem e executarem o projeto de forma eficiente.
4. Tempo: a realização de projetos de química pode exigir um tempo significativo, especialmente se eles envolverem a realização de experimentos e a coleta de dados. Isso pode tornar difícil para os professores cobrirem todo o currículo dentro do tempo disponível.
5. Avaliação: avaliar projetos de química pode ser um desafio, já que o sucesso de um projeto pode depender de vários fatores, como criatividade, originalidade e precisão técnica. Além disso, é preciso garantir que os estudantes não apenas realizem o projeto, mas também compreendam os conhecimentos científicos relevantes.

Para superar essas dificuldades, os professores de química que utilizam a ABPj precisam planejar cuidadosamente os projetos, fornecer orientação e suporte aos estudantes, estabelecer expectativas claras e fornecer *feedback* construtivo ao longo do processo. Além disso, é importante garantir que os projetos sejam relevantes e relacionados à vida real dos estudantes, a fim de motivá-los e tornar a aprendizagem mais adequada.

Diante disso a justificativa para a elaboração dessa dissertação de pesquisa sobre o uso da ABPj no ensino de química é a necessidade de explorar e compreender melhor essa abordagem de ensino que tem se mostrado cada vez mais eficaz na formação de estudantes em diversas áreas do conhecimento. Na área da química, essa abordagem pode ser aplicada para a compreensão dos conceitos fundamentais da disciplina, bem como para a resolução de problemas práticos do cotidiano.

A revisão bibliográfica sobre o uso da ABPj no ensino de química pode contribuir para a identificação de boas práticas, o aprimoramento da metodologia, a compreensão dos resultados obtidos e o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para o ensino da química.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar os principais resultados obtidos em dissertações de mestrado publicados sobre o uso da metodologia ativa ABPj no contexto escolar no Ensino de Química.

3.2. Objetivos Específicos

- Abordar as principais características da metodologia ativa ABPj.
- Comparar e por meio de pesquisa bibliográfica os principais resultados e desafios a serem superados para a implementação da ABPj no ensino de química.
- Elaborar como produto educacional um manual instrucional sobre o tema “A História da Espectroscopia na Descoberta dos Elementos Químicos” com orientações balizadoras para o desenvolvimento a partir da metodologia ABPj, para professores de Química do Ensino Médio.

4. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

A Aprendizagem Baseada em Projetos conhecida pela sigla PBL (do inglês, Project-Based Learning), ou ABPj no Brasil. De acordo com Rodrigues et al (2018, p.547) a pedagogia de projetos não tem um marco histórico inicial bem definido, mas afirma que suas raízes começam a brotar no século XVI com a educação voltada à formação profissional, porém é no século XX que ganha contribuições importantes através do filósofo e pedagogo norte americano John Dewey (1859-1952) e do seu discípulo o pedagogo e também norte americano chamado de Willian Kilpatrick (1871-1965).

A ideia básica do pensamento deweyano sobre a educação está centrada no desenvolvimento da capacidade de raciocínio e espírito crítico do estudante. E nessa perspectiva o estudante está no centro processo e o professor como orientador. Ainda de acordo com Dewey antes da aprendizagem, há apenas informação e que a ação dos estudantes sobre a informação se transforma em conhecimento e defende que o aprender torna-se mais amplo pois permite a reconstrução da experiência identificando o melhor modo de aprender e com os estudantes verificando os problemas que requerem certo conhecimento para serem resolvidos.

Dewey valorizava o contato entre teoria e prática e buscava enfatizar a relevância entre a atividade escolar e o cotidiano do estudante. Já a expressão “método de projetos” surge com Kilpatrick (1974) para este autor, a aprendizagem segue a direção estabelecida pelo propósito ou intenção de quem aprende tal como afirma Costa (2020, p.26). Complementando Bin (2012, p.14) afirma que Kilpatrick foi quem conseguiu sistematizar e tornar operacionais, em termos didáticos, as proposições teóricas de Dewey.

No Brasil, em 1932, vários educadores, após a divulgação do Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova, se destacaram também pela divulgação do pensamento deweyano, dentre eles Lourenço Filho e Anísio Teixeira (DUARTE,1971).

Segundo Bender (2014, p.15), a ABPj pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas, e Bouzon *et al.* (2020, p.334) considera que a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia que contribui para a superação do comportamento passivo dos estudantes em sala de aula, uma vez que seu foco principal é abordar temas do cotidiano e que instiguem a criatividade e a autenticidade deles e nesta mesma perspectiva concorda com Almeida (2017) que menciona a ABPj como uma

alternativa que pode auxiliar o docente no alcance dos objetivos de aprendizagem, devido à motivação e envolvimento pessoal que propicia, por colocar o aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Bender (2014, p.17) confirma que a ABPj tem surtido bons resultados com relação ao desempenho e motivação dos estudantes.

Para Hernández e Ventura (1999) as ideias que sustentam a primeira versão do sistema de projetos criado por Dewey salientam que o processo de aprendizagem deve partir de uma situação problemática vinculada ao mundo exterior à escola; e oferecer uma alternativa à fragmentação das matérias.

Considerando-se esses princípios elaborados de acordo com o pensamento deweyano Hernández e Ventura (1999) aponta que o método de projetos não é uma sucessão de atos desconexos, e sim uma atividade coerentemente ordenada, na qual um passo prepara a necessidade do seguinte, e na qual cada um deles se acrescenta ao que já se fez e o transcende de um modo cumulativo.

Nesta mesma vertente Araújo (2008), faz referência ao trabalho por meio de projetos como uma estratégia para construção dos conhecimentos, entendendo como uma ação que pressupõe decisões, escolhas, apostas, riscos e incertezas. Kilpatrick adaptou algumas das ideias de Dewey para o contexto da sala de aula. Ele acreditava que o pensamento é estimulado por situações problemáticas, que devem ser resolvidas por meio de atos espontâneos (HERNÁNDEZ, 1998).

Já para Antunes (2001) o projeto é uma pesquisa desenvolvida por uma investigação mais profunda sobre um tema que se acredita ser interessante e na qual os objetivos não se esgotam em buscar respostas, mas principalmente em aprender de maneira significativa o tópico estudado em contraponto ao ensino descontextualizado.

Nesse sentido, em uma perspectiva de trabalho por projetos que possibilite ao professor conduzir uma participação ativa dos estudantes, levando-os a desenvolver inúmeras habilidades no processo de ensino-aprendizagem por meio ABPj em uma atuação docente orientada para a investigação e a pesquisa, trabalhos como de (ANTUNES, 2001; HERNANDEZ & VENTURA, 1999; NOGUEIRA, 2001; GANDIN, 2001; MANFREDO & SANTANA, 2004; BELLO & BASSOI, 2003; CURI; SANTOS; OLIVEIRA, 1999) nos orientam no desenvolvimento deste trabalho na busca por permear o professor de instrumentos teórico-metodológicos para o desenvolvimento de uma ação reflexiva da sua prática pedagógica em concordância com Gonçalves, (2003) e Alarcão, (2003) de modo que sua ação no processo educativo desenvolva saberes profissionais para o exercício da docência como sugere Tardif (2002).

4.1. Aplicação da ABPj no Ensino de Química

Conforme a pesquisa realizada em periódicos da CAPES, no Scielo e Google Acadêmico sobre a temática “aprendizagem baseada em projetos” e ainda como o nome de “pedagogia de projetos” notou-se que dentre as metodologias ativas, este têm despertado o interesse de muitos pesquisadores na área da educação.

O Buck Institute for Education (BIE, 2017) caracteriza esse método de ensino em uma oportunidade para que os estudantes desenvolvam uma interação para a aquisição de conhecimentos e habilidades em um processo de investigação, estruturado para responder a questões ou desafios por meio de grupos. De modo geral, cabe salientar que ABPj permite a articulação entre as várias disciplinas do currículo, de forma a romper com a fragmentação do curricular atual, e estimulando o estudante em uma visão mais global e integradora da sua realidade, que nos permite apontar esse entendimento como um objetivo no Ensino de Ciências.

Embora a metodologia de projetos seja uma alternativa ao método de ensino tradicional, existe a desvantagem relacionada a complexidade do método tal como aponta Abrantes (2002) e Ferreira (2013). A dificuldade de gerenciar os conteúdos de forma diversificada em função das questões originárias dos estudantes e o imprevisto inerente ao processo de pesquisa diante da diversidade e necessidades de vários estudantes, exige tempo considerável para a sua concretização (FERREIRA, 2013)

Buscando analisar os principais trabalhos sobre a aprendizagem baseada em projetos no contexto da educação em especial no Ensino de Química o de Costa (2020) trata sobre a aprendizagem baseada em projetos no ensino de química promovendo a aprendizagem significativa crítica no qual a autora investigou as contribuições da ABPj na promoção da aprendizagem significativa no ensino da química orgânica.

No trabalho publicado por Martins *et al.* (2016) na Revista Prática Docente foi analisado a eficiência da Aprendizagem Baseada em Projetos na análise de parâmetros físico-químicos para a determinação da qualidade da água consumida em escolas públicas de Ensino Médio da cidade de Rondonópolis-MT.

Lianda e Joyce (2018) trabalharam com a temática “Caracterização de mel pelo perfil em fenólicos e avaliação antioxidante, focando na ABPj” durante o desenvolvimento deste projeto trabalharam com conceitos da química orgânica que foram distribuídos durante os 4 bimestres do ano letivo em uma turma de ensino médio integrado no Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais no campus de Barbacena. Segundo a

avaliação dos autores a proposta foi considerada positiva, pois houve surpreendente nível de motivação entre os participantes.

No trabalho de conclusão de curso, Bittencourt (2019) investigou as possibilidades e limitações da abordagem baseada em projetos (ABPj) desenvolvida no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus de Jaraguá do Sul, por meio de um projeto local designado Conectando Saberes (CS) que foi aplicado no curso técnico de química e teve como um dos principais objetivos a iniciação científica dos estudantes, por meio da elaboração e desenvolvimento de projetos de pesquisa.

Rodrigues, *et al.* (2020) desenvolveram a temática “aprender química a partir do abacaxi: aprendizagem baseada em projetos escolares com um toque de Paulo Freire”, numa escola estadual localizada na cidade de Piúma, Estado do Espírito Santo - Brasil. A intervenção foi planejada sob à luz da Pedagogia da Libertação, na perspectiva dos temas transversais e estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, neste trabalho foram desenvolvidos conteúdos interdisciplinares e transdisciplinares de ciências da natureza, educação ambiental e saúde.

Já o trabalho de conclusão de curso de Oliveira (2019) traz a compreensão da pedagogia de projetos como recurso didático no processo de ensino aprendizagem de química, por meio de oficinas temáticas relacionadas a recortes do conteúdo da Química Orgânica.

Os trabalhos desenvolvidos por esses autores, demonstraram que a ABPj pode ser utilizada como alternativa metodológica apresentando resultados satisfatórios na aprendizagem dos estudantes.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia refere-se a abordagem ou conjunto de diretrizes fundamentais utilizadas em uma investigação científica, com o objetivo de obter os resultados mais confiáveis possíveis (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Oliveira (2011) ainda destaca que a metodologia abrange a abordagem instrumental que orienta a forma como a ciência lida com a realidade teórica e prática favorecendo assim uma introdução aos procedimentos lógicos voltados para questões de causalidade, princípios formais de identidade, dedução, indução, objetividade e outras situações relevantes.

5.1 Tipo de Pesquisa

Este estudo possui uma abordagem qualitativa e se trata de uma pesquisa bibliográfica que de acordo com Marconi e Lakatos (2010), pode ser descrita como o processo de coleta de toda a bibliografia já publicada, incluindo livros, revistas, publicações avulsas e material de imprensa escrita.

Seu objetivo principal é permitir que o pesquisador tenha contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, fornecendo suporte na análise de suas pesquisas e na manipulação das informações obtidas.

No que diz respeito à finalidade, o estudo é classificado como uma pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2019), este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser altamente flexível, uma vez que busca considerar uma ampla gama de aspectos relacionados ao fato ou fenômeno estudado.

5.2 Universo e Amostra

O universo deste estudo foi composto por dissertações publicadas no Repositório de Teses e Dissertações da Capes, em que no campo de busca disponível na plataforma digitou-se as palavras chave: Aprendizagem Baseada em Projetos, Química e Ensino Médio, sendo obtido como resultado no primeiro filtro 42 dissertações.

Após localizar as publicações na plataforma, as pesquisas passaram por leitura do resumo e das considerações finais, sendo identificados e separados as 5 dissertações que fariam parte da pesquisa.

Para a delimitação da amostra, foram utilizados como critérios de inclusão: as dissertações selecionadas deveriam ser datadas dos últimos 6 anos, ou seja, de 2017 a 2022 disponíveis integralmente na base de dados pesquisada, serem trabalhos voltados ao ensino de química, que demonstram alguma intervenção em aulas de química no ensino médio com a aplicação da metodologia ABPj.

No que se refere aos critérios de exclusão: foram excluídos os trabalhos publicados fora do intervalo de tempo definidos entre os anos de 2017 a 2022, aquelas que não apresentassem no título as palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projeto e Ensino de Química, trabalhos que foram desenvolvidas em outras disciplinas, bem como aquelas que não foram desenvolvidas no Ensino Médio.

Para este trabalho foram escolhidos os estudos que atendessem a todos os critérios de inclusão e quanto aos de exclusão, o trabalho que se encaixasse em apenas um dos critérios foi eliminado da revisão bibliográfica.

5.3. Análise dos Dados

Foram conduzidas três etapas na análise dos dados. Na primeira fase, foi realizada uma análise descritiva dos dados extraídos, com o objetivo de identificar os conteúdos relevantes para os propósitos deste estudo.

Na segunda etapa, ocorreu a comparação das informações levantadas, a fim de identificar e esclarecer as relações convergentes e divergentes entre os autores.

A terceira e última etapa, consistiu na criação de categorias pertinentes aos dados coletados, o que contribuiu para a interpretação dos mesmos.

Inicialmente, extraiu-se os dados referentes à identificação de cada dissertação, como o título do trabalho, o nome de seus autores, instituição e o ano de publicação, bem como a base de dados consultada.

Para facilitar a identificação das dissertações foram criados códigos de identificação, onde essas informações foram organizadas e são apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Trabalhos selecionados para a Revisão Bibliográfica

Código de Identificação	Dissertação (Título)	Autor(a)	Instituição/Ano	Repositório
D1	Aprendizagem Baseada em Projetos como Proposta para Desenvolver a Aprendizagem Significativa no Segundo Ano do Ensino Médio na Disciplina de Química	PACHECO, Fabrício da Silva.	Universidade de São Paulo-Escola de Engenharia de Lorena. (USP-2017)	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes
D2	Aprendizagem Baseada em Projetos Aplicada no Ensino de Eletroquímica para Alunos do Ensino Médio	INOCÊNCIO, Ramon Batista.	Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro. (UFRRJ-2019)	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes

D3	Integração entre a Aprendizagem Baseada em Projetos e o Ensino de Química: Uma Proposta para Construção da Consciência Ambiental	LIECHESKI, Adriane.	Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (UTFPR-2019)	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes
D4	A Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Química Promovendo Aprendizagem Significativa Crítica	COSTA, Karoliny Mendes da.	Instituto Federal do Espírito Santo. (IFES-2020)	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes
D5	Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Química: Atuação na Formação Humana Integral de Alunos da EPTNM	MELO, Joice de Lima.	Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia do Amazonas. (IFAM-2022)	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes

Fonte: Autor (2023)

A ABPj é uma abordagem educacional em que os estudantes aprendem através da realização de projetos autênticos, que envolvem investigação, resolução de problemas e criação de produtos ou resultados tangíveis, essas e outras características são elencadas por autores como Bender (2014), BIE (2008) e Hernández e Ventura (1999).

Embora as características específicas da ABPj possam variar dependendo do contexto e da abordagem adotada, utilizou-se nove características essenciais apontadas por Bender (2014) que são frequentemente associadas a ABPj, tais como a âncora, o trabalho em equipe, a questão motriz, *feedback*, e revisão, investigação e inovação, oportunidades e reflexão, processos de investigação, apresentação dos resultados e voz e escolha do estudante. Tais características mencionadas estão brevemente descritas a seguir, conforme demonstrada no quadro 2.

Quadro 2. Características essenciais da ABPj segundo Bender (2014)

Características Essenciais da ABPj	Definição resumida
1.Âncora	É a base para perguntar, serve para fundamentar, motivadora da aprendizagem, deve causar curiosidade e despertar interesse para desenvolver e solucionar o problema no contexto real. Podem ser usados como âncora: vídeos, reportagens, artigos, apresentação em multimídia, entre outros.
2.Trabalho em equipe	É crucial para as experiências de ABPj a colaboração entre os alunos, a capacidade de trabalhar em equipe, a distribuição de tarefas e a comunicação entre os membros do grupo.
3.Questão Motriz	É a contextualização da âncora, é a questão principal que fornece a meta a ser alcançada, deve ser motivadora e que desperte interesse dos alunos
4.Feedback e Revisão	Professor e estudantes discutem o trabalho feito até então, bem como se os objetivos foram atingidos.
5.Investigação e Inovação	Dentro da questão motriz o grupo precisará gerar questões adicionais focadas mais especificamente nas tarefas do projeto.
6.Oportunidades e Reflexão	Favorecer oportunidades para a reflexão dos estudantes dentro do projeto.
7.Processos de Investigação	Elaboração de diretrizes para a conclusão do projeto e geração de artefatos para estruturar o projeto.
8.Resultados apresentados publicamente	Os projetos de ABPj pretendem ser exemplos autênticos dos tipos de problemas que os estudantes enfrentam no mundo real. A apresentação pública é fundamental dentro da ABPj.
9.Voz e escolha do aluno	Essa expressão é utilizada para representar o fato de que os estudantes devem ter algum poder de decisão sobre a escolha do projeto.

Fonte: Autor (2023)

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Análise das Dissertações quanto ao Processo Pedagógico e Atividades desenvolvidas na escola.

6.1.1. Dissertação 1 (D1)

A D1 foi desenvolvida numa escola pública com 25 estudantes do 2º ano do ensino médio, na disciplina de química. A pesquisa ocorreu no 1º semestre de 2016, e foi desenvolvida em 5 etapas.

Na 1ª etapa foram feitas reuniões para a apresentação dos aspectos pedagógicos da metodologia aos dirigentes e professores da turma, sendo convidada a professora de química da turma do 2º ano para aplicar a metodologia ABPj em sua sala.

Na 2ª etapa foram solicitadas as autorizações da Diretoria Regional de Ensino pela gestora escolar e do corpo docente da escola para aplicação do projeto.

Na 3ª etapa todos os professores da turma foram convidados a integrar o projeto, e os professores das disciplinas de matemática, português, inglês e história se prontificaram em colaborar assinando o termo de consentimento.

Na 4ª etapa foi realizado o planejamento da proposta interdisciplinar em conjunto com os professores colaboradores.

Na 5ª etapa foi realizada uma reunião com os estudantes e seus responsáveis para a apresentação do projeto de pesquisa e para obter sugestões dos mesmos. Por fim foram assinadas pelos responsáveis dos estudantes os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

A aplicação da metodologia, iniciou-se com a apresentação da ABPj aos estudantes, juntamente com as atividades que seriam aplicadas durante o semestre contendo o plano de ações do projeto proposto.

O tema do projeto em D1 foi sobre o tratamento da água e utilizou como questão motriz: como tratar uma água de fatores químicos físicos e biológicos desconhecidos. Como produto os estudantes foram desafiados a elaborar um protótipo que permita a obtenção de água potável, e dimensiona-lo para o consumo diário de uma família de 4 pessoas que mora na margem de um rio.

Após a orientação aos estudantes sobre o projeto, foi aplicada uma avaliação diagnóstica com objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o

tema a partir de tópicos de química previstos na Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino de Química do 1º bimestre.

Os estudantes formaram 6 equipes com 4 ou 5 integrantes onde cada grupo elegeu um líder e um secretário. Sendo que a função do líder era de gerenciar os encontros e discussões do grupo, garantindo a participação de todos os membros. Já a função do secretário era de elaborar e entregar os relatórios e as atas das reuniões ao professor.

Para estimular a curiosidade foram utilizados como âncora dois vídeos, sendo que o primeiro tratou sobre o cuidado com a água suja (SUGISMUNDO, 1977) e o outro foi uma matéria de cunho jornalístico veiculado pela mídia onde é apresentado um “jovem inventor que criou um sistema para captar e filtrar água da chuva”. (G1, 2015).

Após criar um clima estimulante para o início das atividades do projeto, ocorreu a roda de conversa, visando a obtenção de informações sobre os conhecimentos dos estudantes sobre o tema. Os grupos formados apresentaram o pré-projeto com as primeiras ideias de como tratar a água para uma família de 4 pessoas que moram “as margens de um rio”, sendo aprimorada ao longo do desenvolvimento do projeto.

Posteriormente a professora de química elaborou uma atividade prática sobre o preparo de soluções com concentrações definidas, sendo preferencialmente aquelas utilizadas no cotidiano.

As equipes participaram do preparo de misturas homogêneas e heterogêneas definidas pela professora, trabalhando cálculos matemáticos relativos a unidade de concentração. Após o contato com os conceitos básicos sobre o tratamento de água os estudantes fizeram uma visita técnica à Companhia de Serviços de Água e Esgoto de Guaratinguetá (SAEG) para acompanhar na prática o processo de tratamento da água.

Após isso os grupos de estudantes tiveram uma aula prática sobre Potencial Hidrogeniônico (pH) identificando soluções com características ácidas e básicas. Os estudantes ainda tiveram uma breve introdução sobre o conceito da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Para complementar os estudos os estudantes apresentaram um seminário envolvendo as causas e os efeitos da variação do pH e DBO no tratamento de água, no consumo humano e em um ecossistema.

As atividades foram realizadas durante o período normal de aulas, bem como em horários no contraturno para sanarem dúvidas durante o desenvolvimento do projeto. Após conhecerem todo o processo de tratamento de água, os grupos apresentaram como produto final um protótipo de uma estação de tratamento de água, que posteriormente

seria dimensionada para o consumo diário de uma família de 4 pessoas que moram “na margem de um rio”.

6.1.2. Dissertação 2 (D2)

Na D2 a aplicação da metodologia ativa ABPj, foi aplicada no ensino de Eletroquímica no 2º ano do Ensino Médio pela escola do CEPE no município de Miguel Pereira-RJ. Os sujeitos iniciais da pesquisa foram 49 estudantes do Ensino Médio.

A aplicação da metodologia ocorreu em sete fases:

Na fase 1, o assunto sobre pilhas e baterias, foi introduzido de forma diferenciada e provocativa, permitindo ao professor ter a noção do quanto seus alunos sabem sobre o assunto. O projeto consistia em resolver um problema desafio: criar um carrinho movido a pilhas ou bateria de celular com materiais simples e recicláveis. Seria possível? Como fazê-lo? O que fazer com o carrinho quando ele para de funcionar? Onde pesquisar ou a quem perguntar?

Na fase 2, um conteúdo significativo é proposto, mostrando ao estudante uma possibilidade sucesso na execução do projeto, através de um vídeo, uma apresentação ou um artigo que ratifique os conteúdos e as habilidades a serem adquiridos. A utilização de vídeos do YouTube, tal como o apresentado em *How to make a battery powered toy mini motor car in bearings* (<https://youtu.be/C9YqsQRH2aw>), por exemplo, serviu como o ponto de partida para ilustrar o processo.

A partir disso, os estudantes foram encorajados a reproduzir o pequeno automóvel presente no vídeo, envolvendo a prática com a teoria, isto é, o conteúdo de eletricidade se uniu à prática, instigando os mesmos a, “porém a mão na massa”, estratégia típica da ABPj. Foram apresentados ainda os materiais necessários para a realização da tarefa.

Na fase 3, foram solicitadas pesquisas sobre o conteúdo trabalhado, as quais forneceram suporte para que os estudantes pudessem familiarizar-se com o assunto em estudo. Eles deveriam procurar por fontes diversas de pesquisa, vídeos, entrevistas, artigos científicos, ou seja, tudo que possa ajudar a alcançar o propósito estabelecido em sala, estimulando assim o desenvolvimento de sua autonomia.

Na fase 3, os grupos montaram seus protótipos em sala de aula, com auxílio do professor. Após a montagem do carrinho os estudantes foram induzidos pelo professor a gastarem toda a energia contida na pilha ou bateria e novamente foram estimulados por uma situação: o que fazer com o carrinho quando ele para de funcionar? A partir das

discussões implementadas em sala de aula, dois caminhos foram estimulados: a criação de novas pilhas com materiais caseiros; os estudantes foram encorajados a construir pilhas com materiais simples, tais como refrigerantes, latas de alumínio, água sanitária, moedas entre outros e descarte e a reciclagem de pilhas e baterias, levando em consideração seu conteúdo e o impacto destes materiais no meio ambiente.

Na fase 5, buscou-se a reflexão e *feedback* sobre o trabalho, os quais foram obtidos por meio de rodas de conversa e debates, bem como através de exercícios, com intuito de incentivarem a turma a responderem sobre os conceitos relacionados à Eletroquímica mediante os trabalhos desenvolvidos.

Na fase 6, retomou-se a pergunta motivadora, agora a luz dos novos conhecimentos adquiridos.

Na fase 7, foram produzidas as avaliações que poderiam ser escritas, ou não, para identificar se cada estudante alcançou os objetivos propostos, conforme planejado.

6.1.3. Dissertação 3 (D3)

Na D3 o desenvolvimento da ABPj foi realizado em duas etapas, em um colégio estadual, localizado no município de Foz do Iguaçu – PR, em contraturno (período vespertino), nas dependências da escola e com duração prevista de 10 encontros, sendo um deles a visita técnica em umas das Estações de Tratamento de Água (ETA) da SANEPAR do município de Foz do Iguaçu.

A 1ª etapa foi realizada no segundo semestre de 2018 e envolveu 14 estudantes. Já a 2ª fase, ocorreu no primeiro semestre de 2019 com 10 estudantes. A diminuição dos sujeitos participantes se deu devido à mudança de turno de alguns estudantes e o ingresso no mercado de trabalho por parte de outros.

A pesquisa partiu de um problema levantado pelos estudantes do Ensino Médio sobre o aproveitamento da água da chuva pela escola. Logo, foi proposto para o projeto a construção de uma cisterna em um colégio estadual de Foz do Iguaçu – PR, para a captação e aproveitamento da água da chuva para uso em descargas de banheiros e lavagem de calçadas.

Por meio deste projeto objetivou-se que o estudante possa desenvolver pesquisas, tenha espírito de equipe, procurando possíveis soluções de problemas de seu cotidiano, com ideias criativas e sensatas. Despertando assim Consciência Ambiental (CA) além de promover Conhecimento Químico.

Foi inserida como âncora para fundamentar, favorecer o interesse e motivação para a aprendizagem a leitura do Artigo “Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável” El Tugoz, J., Bertolini, G. R. F. & Brandalise, L. T. (2017). Como questão motriz para contextualizar a âncora foi realizada a seguinte pergunta: por que usar água potável na descarga dos banheiros e na lavagem de calçadas?

Foram desenvolvidos assuntos tais como: noções de unidades de medidas (comprimento, massa, volume, temperatura), diferenças químicas entre água da chuva e de torneira (noções de concentração de soluções e pH), bem como sobre a consciência ambiental em relação à água. Durante o curso do projeto os estudantes puderam realizar uma visita técnica na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Foz do Iguaçu – PR.

6.1.4. Dissertação 4 (D4)

Na D4, a ABPj foi desenvolvida com 22 estudantes do 3º ano do ensino médio em uma escola pública de tempo integral no município de Vila Velha-ES. Envolveu professores de química, biologia, matemática, educação física e de língua portuguesa. A prática foi subsidiada pela construção de um projeto de produção de textos com temáticas variadas para edição de uma revista digital, fundamentado por meio da ABPj.

Neste trabalho a aplicação da metodologia ABPj teve 11 momentos:

No 1º momento os estudantes foram reunidos e apresentados à proposta da pesquisa de mestrado e convidados a participarem das atividades. Por meio desta aula, que teve como material de apoio uma apresentação em slides, os estudantes conheceram algumas ferramentas de projetos e do planejamento.

No 2º momento foi utilizada para a apresentação dos grupos, dos temas e, por fim, para definição de prazos para as atividades. Os 22 estudantes se organizaram em 6 equipes. A organização em grupos heterogêneos deu-se por afinidade, sem interferência dos professores.

A escolha dos temas também se deu por afinidade; os mesmos se basearam em algumas experiências vividas por eles, em temas que ajudassem na inclusão de colegas que apresentassem mais dificuldades, em preocupações com a sociedade e em alguns hobbies. Os estudantes destacaram algumas propostas de temas pesquisados tais como: petróleo, xampu, dieta vegetariana, drogas e alimentos.

No 3º momento a turma montou um *Canvas* de projeto, que se trata de uma ferramenta muito utilizada na área de negócios, no entanto este pode ser adaptada a

diferentes contextos. após a criação do *Canvas*, os estudantes foram instados a se imaginar em um cenário que foi apresentado pela pesquisadora. Esse cenário atua como complemento à âncora do projeto, conferindo um elemento de ludicidade. No cenário, os estudantes são recrutados por um povoado da Ásia para produzir um material informativo que relacione a Química Orgânica a assuntos do cotidiano. Ainda nesta aula os estudantes tiveram a ideia de realizar um concurso para escolher a logo da revista digital.

No 4º momento, a professora apresentou aos estudantes a Revista Química Nova na Escola (QNESEC) para que eles pudessem utilizá-la como fonte confiável de pesquisa e, ainda, enviou-lhes alguns textos relacionados aos temas de cada equipe, por meio do aplicativo.

No 5º momento, o professor de matemática viu uma oportunidade de relacionar o conteúdo da disciplina com o projeto dos estudantes; esse momento da pesquisa aconteceu no horário da aula de Matemática. O professor propôs, juntamente com as equipes, a elaboração de questionários que pudessem levantar dados para complementar e enriquecer os textos da revista. Discutiram nesta aula: os tipos de questões necessárias para obtenção de informações claras e objetivas; o público-alvo; amostragem e variáveis estatísticas (média, mediana e desvio padrão).

No 6º momento, as equipes puderam apresentar parte do material produzido, as informações pesquisadas, os relatos de experiências com o uso do Kanban e a respeito de como estava sendo o andamento do trabalho em equipe.

No 7º momento, foi utilizado para compartilhar os textos que as equipes já haviam começado a elaborar em arquivos do *Google Drive*. Esses textos foram compartilhados com os professores de Química e Matemática para que ambos contribuíssem com orientações aos grupos.

No 8º momento, foi realizado no Laboratório de Informática da instituição. O objetivo foi desenhar as fórmulas estruturais dos compostos pesquisados e relacionados aos textos no aplicativo *e-molecules* (EMOLECULES, 2020). As orientações sobre o uso deste aplicativo foram transmitidas de forma expositiva e as recomendações anotadas no quadro.

No 9º momento, os estudantes teriam que finalizar os textos e formatar a publicação. Ajustou-se que terminariam essa atividade em casa, utilizando as ferramentas da plataforma *Google Drive*, de forma que os professores de Química e de Matemática pudessem acompanhar remotamente e realizar observações e correções.

No 10º momento, os textos foram entregues e compartilhados com todos os estudantes da turma, com a utilização do *Google Sala de Aula* e do aplicativo de mensagens *WhatsApp*. Um estudante, demonstrou uma certa afinidade por tecnologias, e ofereceu-se para montar a revista e todos os demais concordaram. Ele ficou responsável por editá-la usando a plataforma *Flipsnack*. Outros dois estudantes relataram que tentaram utilizar em algumas ocasiões, no entanto, tiveram um pouco de dificuldade, apesar de estarem acostumados a trabalharem com alguns programas e aplicativos de computador.

No 11º momento, do projeto consistiu na avaliação com o uso de rubricas. Estas foram elaboradas pela pesquisadora, validadas pelos professores de Matemática e Língua Portuguesa e compartilhadas com os estudantes no início do projeto. Foi elaborado um roteiro de avaliação, com um guia de pontuação diferenciando níveis de empenho e participação dos estudantes no trabalho em grupo e na produção dos textos.

6.1.5. Dissertação 5 (D5)

A D5 é uma pesquisa de caráter qualitativo, em que foi utilizado como método o planejamento, implementação e avaliação de uma proposta para o ensino de Química fundamentada na ABPj. Considerando o contexto da pandemia de Covid-19, a pesquisa foi desenvolvida com 6 estudantes do Curso de Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Parintins, por meio do ensino remoto, com a execução de atividades assíncronas e síncronas, utilizando a plataforma digital de videoconferência *Google Meet* e o aplicativo de mensagens *WhatsApp*.

Para a produção dos dados, utilizou-se como técnicas a observação participante e a roda de conversa, e, como instrumentos, as gravações audiovisuais, diário de campo e produções dos participantes da pesquisa.

No Quadro 3 a seguir podemos observar um breve resumo de algumas das características da ABPj, tais como a âncora, a questão motriz, os objetos de conhecimento e o produto desenvolvido pelos estudantes durante a execução do projeto, descritas nas dissertações D1, D2, D3, D4 e D5.

Quadro 3 – Algumas características encontradas nas dissertações analisadas.

Código da Dissertação	Âncora	Questão Motriz	Objetos de Conhecimento	Produto Final
D1	Foram utilizados como âncora dois vídeos. O 1º tratou sobre o cuidado com a água suja (sugismundo,1977). E o 2º foi uma reportagem de jornal sobre um “jovem inventor que criou um sistema para captar e filtrar água da chuva”. (G1,2015).	Como tratar uma água de fatores químicos, físicos e biológicos?	-Misturas homogêneas e heterogêneas. -Processos de separação de misturas. -Concentração das soluções químicas. -Conceitos de pH e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).	-Montar e explicar o funcionamento de um protótipo de uma estação de tratamento de água para abastecer uma família de 4 pessoas.
D2	Utilização de vídeos do YouTube, tal como o apresentado em <i>How to make a battery powered toy mini motor car in bearings</i> (https://youtu.be/C9YqsQRH2aw).	Como criar um carrinho movido a pilhas ou bateria de celular com materiais simples e recicláveis. Seria possível? Como fazê-lo?	-Eletroquímica: Pilhas e baterias, conceito de ânodo e cátodo, oxidação e redução, descarte adequado de pilhas e baterias.	-A proposta foi construir um carrinho elétrico, movido a pilhas ou bateria de celular com materiais simples e recicláveis, sendo a culminância do processo uma corrida de carrinhos realizada na quadra da escola.
D3	Leitura do Artigo “Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável” por parte dos estudantes.	Por que usar água potável na descarga dos banheiros e na lavagem de calçadas?	-Operação com vidrarias de laboratório. -Soluções químicas, pH e condutibilidade elétrica.	Construção de uma cisterna em protótipo permanente, para coleta da água da chuva e aproveitamento nas descargas dos banheiros.

D4	Apresentação em slides por meio de projetor multimídia para elaboração do projeto e suas características. Discussão de materiais organizados pela professora sobre temas variados tais como: produção e conservação de alimentos, funcionamento da panela de pressão, identificação de nutrientes dos alimentos, desenvolvimento de novos medicamentos e novos materiais.	Como a química ajuda a entender o mundo?	-A química dos medicamentos; -A química orgânica e suas relações com seguintes temas: medicamentos, alimentação saudável, drogas, maquiagem e atividades físicas. -Estudo sobre a fórmula estrutural, identificação e importância das funções orgânicas.	Elaboração e publicação de textos relacionados à química orgânica em uma revista digital utilizando a plataforma <i>Flipsnack</i> .
D5	Foi um vídeo do YouTube, referente à temática “Agricultura Sustentável”.	Como a Química pode colaborar para a agricultura sustentável?	-Funções Orgânicas Oxigenadas e Nitrogenadas; -Reações Orgânicas e Agroquímicos.	Produção de uma série de podcasts relacionados sobre práticas voltadas à agricultura sustentável, e sua divulgação por meio de emissoras de radiodifusão.

Fonte: Autor (2023)

Na sequência apresentamos alguns resultados obtidos com relação a execução das atividades propostas por meio da ABPj que foram descritas pelos autores das dissertações analisadas.

Na visão do autor da D1, Pacheco (2017) descreve que as etapas do projeto foram bem desenvolvidas sendo que a maior dificuldade foi a gestão do tempo, pois este foi bem reduzido por ter apenas duas aulas semanais de química, além da dificuldade de encontrar horários compatíveis para os professores que acompanharam as discussões acerca das ideias do projeto. De forma geral a ABPj foi bem aceita pelos estudantes, sendo que eles se envolveram com as tarefas e desafios para desenvolver o projeto. Observou-se a integração de diferentes áreas do conhecimento, o que estimulou o desenvolvimento de competências, como trabalho em equipe, protagonismo e pensamento crítico. O autor da D1 inicialmente havia realizado uma avaliação diagnóstica com os estudantes ao qual chamou de pré-teste envolvendo os objetos de conhecimento mencionados no Quadro 3.

Percebeu-se que os estudantes tinham um certo conhecimento prévio sobre os processos de tratamento de água que ficou evidenciado nas respostas dessa avaliação inicial. Após terem estudado os conteúdos por meio das várias atividades propostas pela metodologia ABPj, o autor fez a aplicação de um pós-teste, notando uma significativa melhora nas respostas dos estudantes nas questões, concluindo que esta metodologia pode ser importante na promoção da aprendizagem.

Na observação do autor da D2, Inocêncio (2019), os resultados com utilização da metodologia da ABPj associada aos conteúdos de eletroquímica proporcionaram um ambiente em que os estudantes demonstraram estarem mais participativos e responsáveis por seu conhecimento, melhorando a autonomia da aprendizagem e do trabalho em equipe. O ambiente escolar segundo o autor da D2 estava diferente, modificado, pois os estudantes passaram a demonstrar maior entusiasmo e dedicação com os desafios propostos. O autor da D2 esclarece ainda que a ABPj não fornece um ambiente de aprendizado aceitável para todos os estudantes. Isso porque cada um têm estilos de aprendizagem diferentes e alguns podem não se adequar a um ambiente de aprendizado autodirigido e colaborativo. E assim também não ser um modelo instrucional que serve a todos os professores. Embora acrescente um certo grau de imprevisibilidade e aumente a quantidade de tempo dedicada, a ABPj parece contribuir muito para aumentar a satisfação do professor com as atividades de ensino e estimulando seu desenvolvimento profissional.

A autora da D3, Liecheski (2019) afirma que o projeto foi desenvolvido com êxito e demonstrando ser capaz de proporcionar reflexões acerca da preservação das águas. E a partir das respostas dos questionários propostos durante o trabalho, possibilitou o desenvolvimento de habilidades tais como o trabalho em equipe, no qual puderam contribuir com opiniões e organizar suas tarefas, superando assim, dificuldades encontradas durante a confecção dos artefatos. Por meio da autoavaliação verificou-se potencialidades e dificuldades dos discentes podendo ser contrabalanceadas com o trabalho coletivo e orientações do professor. A autora da D3 também ressalta a superação das expectativas em relação ao projeto, desenvolvendo uma possível Consciência Ambiental, bem como a satisfação com o produto final resultante, a cisterna. Os dados obtidos indicam que os passos da ABPj mais incisivos na visão dos estudantes foram a voz e escolha, trabalho em equipe. A maioria deles afirmaram que suas opiniões foram bem aceitas pelo grupo e que não tiveram dificuldades em trabalhar coletivamente. Portanto, consiste de uma proposta para professores de Química do Ensino Médio interessados em trabalhar com uma metodologia ativa para tornar os conceitos químicos

mais relevantes para os educandos e desenvolver neles habilidades necessárias para sua vida escolar e cotidiana. A ABPj, por ser uma metodologia ativa diferenciada daqueles habituais utilizados em sala de aula, trouxe algumas inseguranças para os pesquisadores, justificando o desenvolvimento da pesquisa com um grupo reduzido de sujeitos participantes e no contraturno.

A autora da D4, Costa (2020), afirma que por meio da metodologia da ABPj foi possível envolver os estudantes em tarefas na busca pela resolução de um problema próximo do mundo real, integrando diferentes conhecimentos e estimulando o desenvolvimento de competências como protagonismo, trabalho em equipe e pensamento crítico. A autora ainda ressalta que os estudantes conseguiram se organizar nas tarefas individuais e coletivas, por meio do diálogo e da comunicação, organizaram o planejamento das tarefas e dividiram os trabalhos. O desenvolvimento do projeto possibilitou que os jovens tivessem uma experiência significativa em seu último ano na Educação Básica. E consideram como contribuições importantes a formação de um jovem protagonista, autônomo, criativo, que seja capaz de trabalhar de forma colaborativa, que desenvolva suas diferentes habilidades e para que, assim, sintam-se motivado e preparado para a vida adulta, compreendendo o mundo à sua volta e agindo sobre ele.

Antes de apresentar os principais resultados obtidos mediante a execução da metodologia ABPj, a autora da D5, Melo (2022), argumenta que a execução das etapas do projeto se deu no momento da pandemia da Covid-19 o que acabou limitando o contato, exigindo um ensino predominantemente remoto. Em diante disso, realização da pesquisa exigiu além do cuidado com o outro, um novo olhar, repensando as estratégias de aplicação, sendo desenvolvida com escasso acesso à internet, limitando uma maior participação dos estudantes, assim como o trabalho colaborativo exigido pela ABPj e as possibilidades de criação do artefato. Com a implementação da proposta, por meio da avaliação contínua e final, os resultados permitiram compreender que a proposta, baseada na ABPj, atuou para a Formação Humana Integral das estudantes participantes possibilitando uma reflexão e ação acerca dos problemas da comunidade, mediante a ação colaborativa de refletir, agir e situar-se como profissionais e cidadãs aptas para atuar na melhoria de vida da comunidade. A proposta pedagógica ainda apresentou uma ampliação acerca do papel da Química em relação à sua contribuição para a agricultura.

7. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo será mencionado uma breve descrição do produto educacional desenvolvido, intitulado: "A História da Espectroscopia na Descoberta dos Elementos Químicos: Uma Proposta de um Manual Instrucional por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj)". O produto educacional encontra-se na íntegra no Apêndice A desta dissertação.

A escolha do tema espectroscopia se deu pelo fato de não ser muito explorada no ensino médio, especialmente no ensino de química, mas a compreensão básica sobre o tema pode auxiliar em conteúdos obrigatórios nesta fase escolar, tais como a identificação dos primeiros elementos químicos por meio dessa técnica. Na literatura existem trabalhos que mencionam a abordagem da espectroscopia no ensino de física, mas poucos a relacionam com a química (KRAMER, 2015).

É por meio dessa técnica que os cientistas puderam explorar e desenvolver as características e propriedades dos elementos presentes na natureza. No manual buscou-se explorar um pouco da história da espectroscopia e suas contribuições na identificação dos elementos químicos, revelando como essa ciência revolucionou nosso conhecimento sobre a composição dos materiais.

A proposta central foi utilizar as etapas da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) e abordando os conceitos teóricos básicos da espectroscopia de forma clara e acessível, acompanhados com atividades envolventes que possibilitam a investigação científica e a resolução de problemas.

As etapas propostas por meio da ABPj podem auxiliar os professores com ideias preliminares para a exploração dos princípios da espectroscopia, assim como as contribuições de cientistas que se destacaram por suas investigações nesse campo com a descoberta dos elementos químicos, possibilitando que os estudantes tenham uma compreensão mais adequada por meio da realização de experimentos práticos e a criação de apresentações e relatórios finais que visam a consolidar o aprendizado de forma concreta e aplicada.

O produto educacional apresenta algumas limitações, pelo fato de não ter sido aplicado em sala de aula, por esse motivo optou-se por uma abordagem mais geral, sendo inseridas como sugestões ao professor para a elaboração de um projeto mais detalhado envolvendo uma futura execução das atividades propostas em um planejamento para o ensino de química.

Esperamos que por meio do manual instrucional, os professores possam complementar seus conhecimentos em espectroscopia, bem como conhecer um pouco sobre as etapas de aplicação e características da metodologia ABPj na sua prática pedagógica.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa bibliográfica sobre o uso da ABPj no ensino de química possibilitou a obtenção de diversas informações valiosas sobre o tema. Ao longo do estudo, foi possível explorar a literatura disponível e compreender a importância e os benefícios da adoção dessa abordagem pedagógica no contexto do ensino de química.

Uma das principais etapas é que a aprendizagem baseada em projetos oferece uma forma considerável de engajar os estudantes promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos químicos. Ao trabalhar em projetos, os estudantes são desafiados a aplicarem os conhecimentos teóricos na resolução de problemas práticos e contextualizados, o que estimula a criatividade, a colaboração e o pensamento crítico.

De acordo com os resultados desta pesquisa bibliográfica, foi constatado que a utilização da ABPj no ensino de química obteve uma boa aceitação por parte dos estudantes, resultando em um aumento da motivação para aprendizagem de novos conhecimentos. O papel do professor se torna fundamental no que diz respeito à compreensão, organização, planejamento, interação e mediação pedagógica, a partir da seleção da metodologia da ABPj, em sua prática educacional.

Uma implementação bem-sucedida da ABPj requer um planejamento cuidadoso e a integração adequada dos projetos no currículo. Os professores desempenham um papel fundamental nesse processo, sendo necessário oferecer suporte aos estudantes, orientar suas atividades e avaliar seus progressos de maneira adequada. Além disso, é importante que as escolas forneçam recursos e infraestrutura necessária para a realização dos projetos.

É essencial destacar que a ABPj no ensino químico não substitui completamente as abordagens tradicionais de ensino, como aulas expositivas e atividades laboratoriais, no entanto, ela pode ser uma estratégia complementar, capaz de enriquecer a experiência de aprendizagem dos estudantes e promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos químicos.

Vale ressaltar ainda que esta pesquisa bibliográfica apresenta limitações, por ter se tratado de um estudo com recorte temporal que abordou apenas 5 dissertações publicadas entre 2017 a 2022, a pesquisa foi realizada apenas no Repositório de Teses e Dissertações da Capes, mas não foi pesquisado em outros repositórios, assim como em anais, teses e periódicos internacionais.

Espera-se que essa pesquisa bibliográfica proporcione uma visão geral sobre o uso da aprendizagem baseada em projetos, fornecendo informações importantes para professores, pesquisadores e profissionais envolvidos no ensino de química.

9. REFERÊNCIAS

- ABRANTES, P. **Reorganização curricular: Ensino Básico – Novas Áreas Curriculares**. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica. (2002).
- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.
- ALMEIDA, P. G. **Contribuições da metodologia aprendizagem baseada em projetos para ensino de meteorologia no ensino fundamental**. 2017. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, Lorena, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.97.2018.tde-03122018-173625>> Acesso em 12 de abr. 2021.
- ANTUNES, C. **Um método para o ensino fundamental: o projeto**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- ARAÚJO, U. F. **Temas Transversais e a estratégia de projetos**. Editora Moderna, 8ed., São Paulo, 2008.
- BELLO, S. E. L. & BASSOI, T. S. A pedagogia de projetos para o ensino interdisciplinar de matemática em cursos de formação continuada de professores. Educação Matemática em revista. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, nº15, ano 10, dez de 2003.
- BENDER, W. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2012.
- BIE (Buck Institute for Education). **Aprendizagem Baseada em Projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Tradução Daniel Bueno. – 2, Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BIN, A. C. **Concepções e conhecimentos de currículo em W. Kilpatrick e implicações do método de projetos**. São Paulo, 2012. 120f. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo - USP. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-21012013-140309/publico/ANA_CLARA_BIN_rev.pdf> Acesso em: 05 de abr. 2021.
- BITTENCOURT, C. R. **Potencialidades e limitações da estratégia de aprendizagem baseada em projetos na perspectiva de professores e alunos**. Florianópolis, 2019. 38f. (Trabalho de Conclusão de Curso-TCC) Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/218570>> Acesso em 01 de abr. 2021.
- BOUZON, J. D. et al. Uma proposta para o ensino de pilhas em turmas de Ensino Médio mediada pela Aprendizagem Baseada em Projetos **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**. Niterói, 2020. v13(13), p.320-337. Disponível em:

<<https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/download/29120/28384>>. Acesso em 05 de abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998.

COSTA, K. M. **A aprendizagem baseada em projetos no ensino de química promovendo uma aprendizagem crítica**. Vila Velha, 2020. 171f. Dissertação (mestrado PROFQUI) – Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1117>>. Acesso em: 03 de abr. 2022.

CURI, E.; SANTOS, J.; OLIVEIRA, R.C.S. Desenvolvimento de projetos de trabalho: mudando as aulas de matemática em escolas da rede municipal de Salvador. **SBEM Educação Matemática em Revista**, nº 7, ano 6, julho de 1999.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**: introdução à Filosofia da Educação. Trad. Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4.ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1979.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sul-rio-grandense. Pelotas, RS, Brasil., v. 14, n. 1, p. 268-288, jan. 2017.

DINIZ, Heloisa D. **Pedagogia por Projeto: influência do uso da técnica no aproveitamento acadêmico dos alunos do Ensino Médio do Colégio São Paulo de Belo Horizonte, MG** (Dissertação) PUC Minas: Belo Horizonte, 2015. 89f. Disponível em: <http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI2015119104432.pdf>. Acesso em: 16 set. 2022.

DUARTE, A. L. A. A Escola Nova. **Revista AMAE Educando**. n. 32, p. 12-15, 1971.

GANDIN, A. B. **Metodologia de projetos na sala de aula: relato de uma experiência**. São Paulo: Loyola, 2001.

FERREIRA, C. Os olhares de futuros professores sobre a metodologia de trabalho de projeto. **Educar em Revista**, 48, 309 – 328. 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. 5d. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, T. V. O. Formação inicial de professores: prática docente e atitudes reflexivas In: **Anais do ENPEC**, novembro, 2003.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

INOCENCIO, R. B. **Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada no ensino de Eletroquímica para alunos do Ensino Médio**. 2019. 121f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019. Disponível em: <<https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/5837>>. Acesso em: 23 abr. 2022.

KRAMER, Antônio Carlos. **Experimento de espectroscopia caseiro para demonstração da Física Moderna no Ensino Médio**. (Trabalho de Conclusão de Curso) UFFS: Cerro Largo, 2015. 20f. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/561/1/KRAMER.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

LIANDA, R. L. P.; JOYCE, B. Aplicação da metodologia aprendizagem baseada em projetos (ABP) na disciplina química orgânica por meio do estudo de méis. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**. Araraquara, 2018. v. 13, n. esp.1, p. 407–420, DOI: 10.21723/riace.nesp1.v13.2018.11435. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11435>>. Acesso em: 7 abr. 2022.

LIECHESKI, A. **Integração entre a Aprendizagem Baseada Em Projetos e o Ensino De Química: Uma Proposta para Construção da Consciência Ambiental**. 2019. 120f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28857>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MANFREDO, E. C. G & SANTANA, A. R. Projetos didáticos para o ensino de ciências e matemática para as séries iniciais: Algumas reflexões. **Jornal da SBPC**. Edição Especial. Belém: UFPA, 2004.

MARTINS, V. J. *et al.* A Aprendizagem Baseada em Projetos (abpr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água. **Revista Prática Docente**, Confresa, 2016. [S. l.], v. 1, n. 1, p. 79-90. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.23926/rpd.v1i1.13>> Acesso em 7 abr. 2022.

MELO, J. L. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Química: Atuação na Formação Humana Integral de Alunos da EPTNM**. 2022. 136f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2022. Disponível em: <<http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/838>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 2- 25.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências**. São Paulo: Érica, 2001.

OLIVEIRA, N. A. A. **Aprendizagem Baseada em Projetos na formação de alunos de um curso de Licenciatura em Letras: estudo de caso em uma Instituição de Ensino**

Salesiana. São Paulo, 2019. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica – PUC-SP. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/22114>> Acesso em: 14 de mai. 2022.

OLIVEIRA, P. P. **A pedagogia de projetos aplicada ao ensino de Química na Escola Celso Mariz em Sousa – PB.** Cajazeiras, 2019. 73f. Trabalho de Curso Licenciatura em Química (TCC) -Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11614>>. Acesso em: 02 de abr. 2022.

PACHECO, F. S. **A Aprendizagem Baseada em Projeto como Proposta para desenvolver a Aprendizagem Significativa no segundo ano do Ensino Médio na Disciplina de Química.** 2017. 93f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais em Ciências, Universidade de São Paulo, Lorena, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.97.2018.tde-03122018-173937>>. Acesso em: 15 de mar. 2022.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as Competências desde a Escola.** Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.

RODRIGUES, A. F. de B.; et al. Uma experiência de organização e desenvolvimento curricular com Pedagogia de Projetos. **Revista Eletrônica de Educação.** São Carlos (SP). Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Educação, v. 12, n. 2 (2018). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.14244/198271992129> >. Acesso em: 18 mar. 2022.

RODRIGUES, C. F. et al. Aprender química a partir do abacaxi: aprendizagem baseada em projetos escolares com um toque de Paulo Freire. **Anais do CIET:EnPED:2020** - (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância), São Carlos, ago. 2020. ISSN 2316-8722.

SILVA, D. de O.; CASTRO, J. B.; SALES, G. L. Aprendizagem baseada em projetos: contribuições das tecnologias digitais. **Revista de Educação Ciência e tecnologia.** v. 7 n. 1 (2018). Disponível em: <<https://doi.org/10.35819/tear.v7.n1.a2763>>. Acesso em: 03 de abr. 2022.

SUGISMUNDO-Cuidado com a água suja. Produção de Ruy Perotti. Rio de Janeiro: Lynxfilm, 1977. Son., color. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=a9S0D5Rbdho>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis. RJ, Vozes, 2002.

APÊNDICE A – Produto Educacional

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL



ISAC JIMENES

Produto Educacional

**A HISTÓRIA DA ESPECTROSCOPIA NA DESCOBERTA DOS ELEMENTOS
QUÍMICOS: UMA PROPOSTA DE UM MANUAL INSTRUCIONAL POR MEIO
DA ABPj**

Campo Grande – MS

2023

ISAC JIMENES

Produto Educacional

**A HISTÓRIA DA ESPECTROSCOPIA NA DESCOBERTA DOS ELEMENTOS
QUÍMICOS: UMA PROPOSTA DE UM MANUAL INSTRUCIONAL POR MEIO
DA ABPj**

Produto de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química

Orientador: Prof. Dr. Ivo Leite Filho

Campo Grande – MS

2023

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	48
1. INTRODUÇÃO	49
2. A BNCC E O ENSINO DE QUÍMICA	51
3. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	53
3.1. Algumas características e termos utilizados na ABPj	54
4. UM BREVE HISTÓRICO DA ESPECTROSCOPIA	56
5. ETAPAS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABPj)	66
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
7. REFERÊNCIAS	73

APRESENTAÇÃO

É com grande entusiasmo que apresentamos o produto educacional de aprendizagem intitulado: "A História da Espectroscopia na Descoberta dos Elementos Químicos: Uma Proposta de um Manual Instrucional por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj)".

A espectroscopia tem desempenhado um papel fundamental na identificação e estudo dos elementos químicos ao longo da história.

A proposta central do manual é utilizar a metodologia da ABPj, como método de ensino estimulando uma participação mais ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

O material apresenta os conceitos básicos da espectroscopia de maneira clara e acessível, com atividades práticas que estimulam a investigação científica e a resolução de problemas. Por meio delas, os estudantes podem explorar a relação entre a luz e os elementos químicos.

Esperamos que por meio deste manual, os professores possam complementar seus conhecimentos sobre os principais eventos históricos que levaram ao desenvolvimento da espectroscopia, bem como conhecer um pouco sobre as etapas de aplicação e características da metodologia ABPj, abrindo possibilidades para o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade do trabalho em equipe por parte dos estudantes.

1. INTRODUÇÃO

A relação entre a teoria e prática desempenha um papel fundamental no ensino de química, pois permite aos estudantes não apenas compreender os conceitos abstratos da disciplina, mas também aplicá-los de forma significativa em situações do mundo real. O filósofo e educador progressista John Dewey, destaca que a aprendizagem ocorre quando o estudante tem a oportunidade de usar o conhecimento para resolver problemas reais (DEWEY, 1979).

Neste contexto ressaltamos a importância de relacionar o aprendizado teórico à prática, algo que a metodologia da ABPj pode proporcionar por meio do envolvimento dos estudantes em atividades práticas e contextualizadas na disciplina de química.

A escolha do tema espectroscopia se deu por ser um assunto pouco explorado no ensino médio, principalmente na disciplina de química. No entanto, a compreensão básica do tema pode auxiliar em conteúdos obrigatórios nesta fase escolar, como a identificação dos primeiros elementos químicos por meio dessa técnica. Na literatura existem trabalhos que mencionam a abordagem da espectroscopia no ensino de física, mas poucos a relacionam com a química (KRAMER, 2015).

Nesta introdução, vamos explorar um pouco da história da espectroscopia e suas contribuições na identificação dos elementos químicos, revelando como essa ciência revolucionou nossa compreensão sobre a composição dos materiais.

Nessa perspectiva a história da química oferece ao estudante possibilidades de compreender a evolução do processo científico nessa área, conforme destacado por Oki e Moradilho (2008). Contudo, boa parte dos educadores brasileiros não tiveram a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos sobre a história da química em sua formação inicial (MARTORANO; MARCONDES, 2012; OKI; MORADILHO, 2008).

Diante disso acreditamos que este material didático possa oferecer subsídios aos professores de química como complementação dos estudos sobre a importância da espectroscopia na história da ciência.

A espectroscopia teve início no século XIX, quando cientistas começaram a investigar a relação entre a luz e a matéria. Através da análise do espectro luminoso emitido por diferentes fontes, como o Sol e as chamas de elementos químicos, os pesquisadores observaram a existência de linhas brilhantes e escuras características, conhecidas como linhas espectrais.

Os cientistas alemães, sendo estes, o físico Gustav Kirchhoff e o químico Robert Bunsen, foram os pioneiros que estabeleceram os fundamentos da espectroscopia moderna. Na década de 1860, foi revelado que cada elemento químico gerava um padrão exclusivo de linhas espectrais quando submetido a altas temperaturas em uma chama ou quando exposto a uma descarga elétrica. Isso permitiu identificar e distinguir vários elementos químicos.

Através da análise cuidadosa dessas linhas espectrais, os cientistas puderam determinar a composição química de vários materiais. Por exemplo, quando a luz do Sol é dispersa pela atmosfera terrestre, ela produz um espectro contínuo com linhas escuras superpostas, conhecido como espectro de absorção. Ao comparar esse espectro com os padrões espectrais dos elementos conhecidos, os pesquisadores foram capazes de identificar os elementos presentes no Sol, revelando a composição química da estrela.

Essa técnica continua sendo amplamente utilizada para a descoberta de novos compostos, na análise de materiais e até mesmo na exploração do universo.

Salientamos que o desenvolvimento dessa temática com os estudantes pode despertar o interesse e a curiosidade sobre a composição dos materiais, bem como em relação ao processo de investigações que resultaram na descoberta dos elementos químicos por meio da espectroscopia.

1. A BNCC E O ENSINO DE QUÍMICA

As metodologias ativas são um convite ao diálogo e à construção conjunta do conhecimento, pois favorece a participação ativa e crítica dos estudantes na busca por soluções para os desafios da sociedade contemporânea (MORAN, 2018). Sob essa mesma ótica os processos de aprendizagem em que os estudantes participam ativamente da construção do conhecimento têm sido um dos métodos que se contrapõe ao modelo tradicional de transmissão de conteúdo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Berbel (2012), também defende que o uso de metodologias ativas desperta curiosidades, impulsiona a aprendizagem através da superação de desafios.

Em dentro desta perspectiva a BNCC (BRASIL, 2018), que se trata de um documento norteador para a elaboração do currículo em todas as escolas brasileiras, se caracteriza na ênfase das competências e habilidades que devem ser desenvolvidas ao longo da Educação Básica, possibilitando ao estudante a condição de protagonista na construção dos seus conhecimentos. Tais características estão fundamentadas a seguir:

Reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2017 p. 14).

A proposta da BNCC traz ainda um grande desafio ao integrar as disciplinas de química, física e biologia dentro da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Este documento define o conjunto das aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, a fim de assegurar o desenvolvimento de competências gerais, que envolvem conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para resolver as demandas do cotidiano.

A BNCC ainda propõe um aprofundamento durante todo o Ensino Médio, nas seguintes temáticas: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos e Processos e Práticas em Investigação, esse último, permite ao estudante investigar, analisar e discutir situações-problemas relacionados a diferentes contextos socioculturais, possibilitando compreender

leis, teorias e modelos para aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e do ambiente.

Especificamente na química, caracteriza-se por envolver conhecimentos sobre o uso, as propriedades e as transformações dos materiais, bem como de modelos que explicam as principais características do arranjo da natureza que se observa.

No entanto é necessário que a abordagem desses temas possa ser desenvolvida de forma que o conhecimento faça sentido para a vida dos estudantes. Apenas o ensino expositivo tradicional, que se baseia na transmissão de informações pelos professores e na memorização de fatos e dados pelos estudantes, não tem sido suficiente para atender às necessidades atuais.

Para esta nova sociedade, o estudante da Educação Básica deve possuir habilidades e competências tais como: resolução de problemas, pensamento crítico, comunicação de ideias e cooperação (PERRENOUD,1999). Para isso, uma alternativa é o uso de metodologias ativas no ensino, que dentre as existentes selecionamos a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) que possibilita, segundo Bender (2014), o desenvolvimento das habilidades e competências do século XXI.

A ABPj pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas. [...] A investigação dos alunos é profundamente integrada à aprendizagem baseada em projetos, e como eles têm, em geral, algum poder de escolha em relação ao projeto do seu grupo e aos métodos a serem usados para desenvolvê-los, eles tendem a ter uma motivação muito maior para trabalhar de forma diligente na solução de problemas (BENDER, 2014 p. 15).

De acordo com Diniz (2015), a elaboração do termo aprendizagem por meio de projetos na perspectiva didática foi designado pelo pedagogo norte americano Willian H. Kilpatrick (1871-1965) influenciado principalmente pelas ideias do filósofo e educador John Dewey (1859-1952).

Neste sentido, destacamos os estudos com a utilização da metodologia ativa de ensino que ressaltam a importância da ABPj como alternativa metodológica no contexto escolar, dentre eles podemos citar Hernández e Ventura (1999) que defendem uma reorganização do currículo através de projetos, em vez das fragmentações das disciplinas tradicionais, essa proposta converge com as ideias de Dewey (1979), que leva em consideração a relação da vida do indivíduo com a sociedade, bem como da relação entre teoria e prática e que a educação não se restringisse ao ensino como algo concluído, e sob

essa ótica nota-se que essas ideias se contrapõem com as abordagens pedagógicas tradicionais e seus conteúdos rígidos.

10. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

A Aprendizagem Baseada em Projetos conhecida pela sigla PBL (do inglês, Project-Based Learning), ou ABPj no Brasil. De acordo com Rodrigues et al (2018, p.547) a pedagogia de projetos não tem um marco histórico inicial bem definido, mas afirma que suas raízes começam a brotar no século XVI com a educação voltada à formação profissional, porém é no século XX que ganha contribuições importantes através do filósofo e educador norte americano John Dewey (1859-1952) e do seu discípulo o pedagogo e também norte americano Willian Kilpatrick (1871-1965).

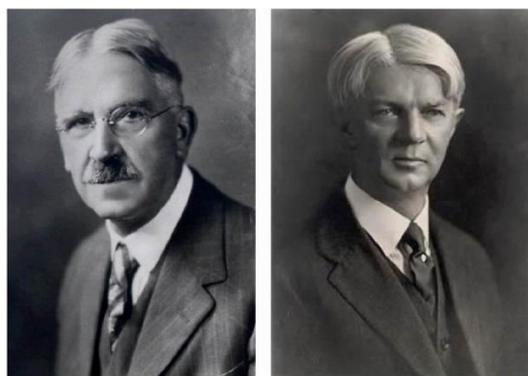


Figura 1. John Dewey (1859-1952) e Willian Kilpatrick (1871-1965).

Fonte: <https://gabry-nuovadidattica.blogspot.com/2012/09/williamheard-kilpatrick-williamheard.html>

A ideia básica do pensamento deweyano sobre a educação está centrada no desenvolvimento da capacidade de raciocínio e espírito crítico do estudante, e defende que antes da aprendizagem, há apenas informação e que a ação dos estudantes sobre a informação se transforma em conhecimento.

Dewey valorizava o contato entre teoria e prática e buscava enfatizar a relevância entre a atividade escolar e o cotidiano do estudante. A expressão “método de projetos” surge com Kilpatrick (1974) onde para este autor, a aprendizagem segue a direção estabelecida pelo propósito ou intenção de quem aprende, tal como afirma Costa (2020, p.26). Complementando Bin (2012, p.14) menciona que Kilpatrick foi quem conseguiu sistematizar e tornar operacionais, em termos didáticos, as proposições teóricas de Dewey.

No Brasil as propostas desses estudiosos foram divulgadas principalmente por Anísio Teixeira e Lourenço Filho sendo responsáveis por resgatar a proposta da Escola Nova e introduzi-la como filosofia da educação e da prática pedagógica, adequando-a à situação da escola pública brasileira. (DUARTE, 1971).

Segundo Bender (2014, p.15), a ABPj pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos estudantes no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas, e Bouzon *et al.* (2020, p.334) considera que a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia que contribui para a superação do comportamento passivo dos estudantes em sala de aula, uma vez que seu foco principal é abordar temas do cotidiano e que instiguem a criatividade e a autenticidade deles e nesta mesma perspectiva concorda com Almeida (2017) que destaca a ABPj como uma alternativa que pode auxiliar o docente no alcance dos objetivos de aprendizagem, devido à motivação e envolvimento pessoal que propicia, por colocar o estudante como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Bender (2014) confirma que a ABPj tem surtido bons resultados com relação ao desempenho e motivação dos estudantes.

3.1. Algumas características e termos utilizados na ABPj

Na sequência apresentamos algumas das principais características e a descrição dos termos que são utilizados por Bender (2014) no desenvolvimento ABPj.

-Duração projeto em ABPj: pode durar de duas a dez semanas ou mais. Contudo, não é uma regra. O professor fica livre para elaborar seu cronograma e planejamento conforme sua realidade.

-Âncora: serve para introduzir o projeto e despertar o interesse dos estudantes. As âncoras podem ser vídeos, uma apresentação multimídia feita pelo próprio professor, reportagem de jornal, de revistas ou um fato relevante que esteja em destaque naquele momento e tenha alguma relação com os objetos de conhecimentos.

-Trabalho em equipe cooperativo: o desenvolvimento do trabalho de forma coletiva na resolução dos problemas é uma das habilidades mais importantes na ABPj, em que com

base no respeito mútuo, na cooperação e na solidariedade, podem contribuir para o sucesso dos estudantes.

-Disposição dos estudantes em sala de aula: pode ser flexibilizada conforme o formato da aula, predominando a disposição dos estudantes em grupos, de modo a permitir um processo de aprendizagem cooperativa.

-Questão Motriz: corresponde a pergunta principal que deve ser elaborada em forma de pergunta e deve ser explicitada de maneira clara e ser altamente motivadora. A questão motriz pode ser elaborada previamente pelo professor ou ainda surgir por meio de discussões em grupo, juntamente com a participação dos estudantes.

-Brainstorming: é uma técnica utilizada para o desenvolvimento de uma solução para determinado problema. Ela consiste em uma reunião em que os estudantes podem dar opiniões e levantar hipóteses e possíveis soluções ao problema apresentado na questão-motriz.

-Feedback e Revisão: é um componente crucial no desenvolvimento da ABPj. O *feedback* pode ser baseado nas avaliações que o professor realiza, bem como por meio da autoavaliação ou avaliação dos próprios colegas. É importante que ocorra durante o processo da ABPj para ajudar os estudantes na complementação ou reorientação no desenvolvimento de suas tarefas.

-Artefatos: são itens criados ao longo da execução de um projeto e que representam possíveis soluções, ou aspectos da solução, para o problema. São exemplos de artefatos que podem ser elaborados pelos estudantes: vídeos, portfólios, *podcasts*, *websites*, poemas, músicas, relatórios, cartilhas, página em rede social, panfletos, entre outros.

-Produtos: o produto também é considerado um artefato. O professor pode optar em utilizar ambas nomenclaturas para diferenciar o que seria uma produção intermediária (desenvolvida ao longo do projeto) denominando de artefato e uma produção final (apresentada no final), como produto. O que importa é que o projeto desenvolvido seja significativo para os estudantes e atenda a um propósito educacional bem delineado e,

acima de tudo, que este propósito esteja claro para os envolvidos” (FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

-Apresentação dos resultados: pode ser uma apresentação para a comunidade escolar (ex. mostra, feira); ou uma socialização entre os pares (para a própria turma).

-Voz e escolha do estudante: o professor pode proporcionar momentos de diálogo, ouvindo as dificuldades dos estudantes ao longo do desenvolvimento do projeto; deixando os grupos de trabalho livres para escolherem os artefatos (ou alguns deles), elaborarem a questão-motriz e ajudando na organização da apresentação.

-Limitações da ABPj: essa metodologia pode apresentar algumas limitações tais como: resistência dos professores para atuarem como mediadores; a resistência dos estudantes frente à superação do ensino tradicional; a organização complexa do processo de aprendizagem, principalmente em relação à avaliação; e a dificuldade em se cumprir toda a ementa da disciplina.

4. UM BREVE HISTÓRICO DA ESPECTROSCOPIA

Neste tópico serão elencados os principais fatos históricos que levaram ao surgimento e desenvolvimento da espectroscopia. A descrição dos fatos históricos pode auxiliar o professor como subsídios para complementação dos conhecimentos sobre a temática a ser abordada aos estudantes.

A espectroscopia é uma parte da ciência que estuda a interação entre a radiação eletromagnética e a matéria, ou seja, é o estudo da luz através de suas cores componentes, que aparecem quando esta passa através de um prisma ou por meio de uma rede de difração, onde a sequência de cores formada é chamada de espectro (KLEPER e SARAIVA, 2014).

O estudo do espectro de uma determinada estrela pode fornecer informações importantes relacionadas sobre sua temperatura, densidade, bem como a composição dos elementos químicos presentes em sua atmosfera. Dessa forma a análise detalhada dos espectros tem sido uma ferramenta fundamental na astronomia para a compreensão da natureza e as propriedades das estrelas.

Embora a óptica geométrica e a fabricação de lentes estivessem bem desenvolvidas no final do século XVII, a natureza da luz ainda era desconhecida. Mas entre os anos de 1665 e 1666, o físico inglês Isaac Newton (1643-1727) realizou uma série de experimentos com prismas de vidro para investigar a natureza da luz e sua interação com os objetos. Em um desses experimentos, por meio de um pequeno furo feito em uma cortina obteve um feixe estreito de luz que fez incidir sobre um prisma.



Figura 2. Ilustração do experimento de Newton sobre a decomposição da luz.

Fonte: <https://meu-cosmos.blogspot.com/2015/01/composicao-e-decomposicao-da-luz.html>.

A luz, depois de passar pelo prisma, projetava sobre a parede oposta uma mancha alongada, com as cores distribuídas do vermelho ao violeta e assim observando que a luz branca se separava em um espectro de cores diferentes, como um arco-íris. Esse fenômeno ficou conhecido como dispersão da luz branca conforme podemos observar na figura 1.

Newton observou ainda que cor violeta sofria um desvio maior, enquanto que a cor vermelha era menos desviada e que as demais cores possuíam desvios intermediários conforme está detalhado na figura 2.

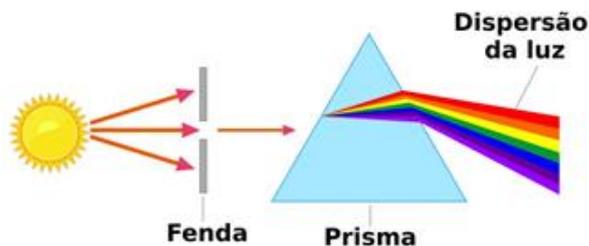


Figura 3. Dispersão da luz solar por um prisma.

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>.

Em outro experimento Newton ainda fez com que a luz dispersa pelo prisma pudesse incidir sobre outro prisma, porém colocado em posição invertida e notou que o

segundo prisma permitia a união das cores componentes e fazendo com que a luz branca ressurgisse no outro lado conforme a figura 3.



Figura 4. Ilustração da recombinação da luz dispersada.

Fonte: <https://www.pucsp.br/pos/cesima/schenberg/alunos/wagnerldjr/newton/experiencias.htm>.

Outro importante experimento realizado por esse cientista foi a incidência da luz dispersada sobre um cartão com um pequeno furo ao qual ajustando a posição do furo deixando passar apenas uma cor (a vermelha, por exemplo). E na sequência fazendo com que esse feixe incidisse sobre um segundo prisma e notando que não houve nenhuma decomposição a mais, ou seja o feixe sofria o desvio, mas continuava com a mesma cor tal como observada na figura 4.



Figura 5. Ilustração indicando que a faixa vermelha não sofre dispersão.

Fonte: <https://www.pucsp.br/pos/cesima/schenberg/alunos/wagnerldjr/newton/experiencias.htm>

A partir dessas e outras observações, Newton demonstrou que a luz branca do sol é uma mistura de cores visíveis e que cada cor sofre um desvio diferente ao passarem pelo prisma, caracterizado em outros termos como índice de refração. Essas descobertas foram documentadas por Newton em seu livro "Óptica", publicado em 1704, onde ele apresentou suas teorias sobre a natureza da luz e sua dispersão.

Outro fator que desempenhou um papel crucial no avanço da espectroscopia foi a descoberta das linhas escuras no espectro da luz solar feita pelo cientista inglês William Hyde Wollaston por volta de 1802 (AZEVEDO e NUNES, 2008). Ele utilizou o índice de refração da luz atravessando uma substância para testar a pureza da mesma. Porém, ele descobriu algumas linhas escuras no espectro e interpretou de forma equivocada como

sendo o limite das cores, ou seja, essas linhas escuras observadas marcavam a transição entre uma cor e outra (MENEZES, 2019).



Figura 6. William Hyde Wollaston (1766-1838).

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/William_Hyde_Wollaston.

As linhas observadas eram na verdade a imagem da fenda do espectrógrafo em diferentes comprimentos de onda. Wollaston ainda notou que havia um tipo de radiação invisível para além do violeta ficando conhecida como região do ultravioleta (FILGUEIRAS, 1996).

Em 1820, o jovem fabricante de instrumentos de vidro, o alemão Joseph von Fraunhofer (1787-1826) já havia observado 574 linhas escuras no espectro solar. E posteriormente ficaram sendo conhecidas como linhas de Fraunhofer e foram de grande importância para a compreensão da composição da luz solar.



Figura 7. Joseph von Fraunhofer (1787-1826).

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_von_Fraunhofer.

Sendo que para 324 destas linhas, Fraunhofer deu o nome de letras maiúsculas: A, B, C... para as linhas mais fortes e minúsculas para as mais fracas, começando com A no vermelho (figura 7).

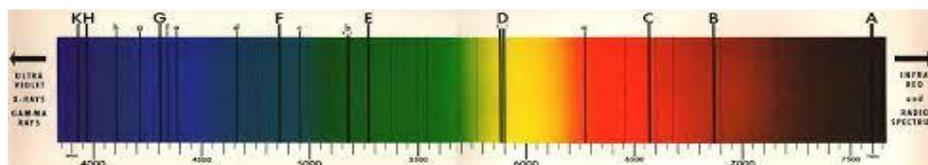


Figura 8. Linhas escuras observadas por Fraunhofer no espectro solar.

Fonte: <https://cft.fis.uc.pt/eef/braga06/collision/htm/fraunhofer.htm>

Ele utilizava essas linhas produzidas pelo espectro solar para calibrar seus instrumentos ópticos, que nessa época caracterizavam-se por serem os de melhor qualidade (KEPLER e SARAIVA, 2014). Ao analisar a luz proveniente de outros corpos celestes, constatou que o espectro do planeta Vênus era igual ao do Sol, o que, aliás, já era esperado, uma vez que a luz de Vênus é uma reflexão da luz solar. No entanto, constatou-se que a luz de outras estrelas, como a de Sirius, apresentava um espectro diferente e isso abriu caminho para investigação estelar (PIROLO, 2010).

Ainda de acordo com Pirolo (2010), vários estudos foram realizados, tentando compreender, modificar e aperfeiçoar os trabalhos envolvendo a área da espectroscopia, e mesmo após seu desenvolvimento, inúmeros pesquisadores continuaram utilizando esse método para identificar substâncias novas e estudar os corpos celestes.

Os trabalhos de dois cientistas alemães o químico Robert Bunsen e o físico Gustav Kirchhoff merecem uma atenção especial.



Figura 9. Robert Bunsen (1811-1889) e Gustav Kirchhoff (1824-1887).

Fonte: Science History Images.

Em seu laboratório, Bunsen analisava as cores das chamas produzidas por diferentes sais quando queimados. Entretanto, havia um inconveniente com esse tipo de experimento pois a chama necessária para incinerar a substância também tinha sua própria

coloração e terminava por mesclar-se com a cor do elemento que estava sendo analisado. Foi então que por volta de 1859, os químicos Robert Bunsen e Henry Roscoe conseguiram solucionar esse problema ao aprimorar um queimador a gás, que atualmente é conhecido como o "bico de Bunsen", o qual emitia pouquíssima luz visível (IBALDO, 2016).

Após observar as cores das chamas produzidas por diferentes sais, Kirchhoff sugeriu que a análise dos espectros emitidos por essas chamas poderia ser utilizada para identificar os elementos químicos presentes. Para isso, ele desenvolveu um aparato chamado espectroscópio, que utilizava um prisma como dispersor (LOPES, 2007).

Bunsen e Kirchhoff, descobriram dois metais alcalinos, o céσιο e o rubídio, utilizando o espectroscópio construído para realizarem suas investigações (MOURA NUNES, 2003).

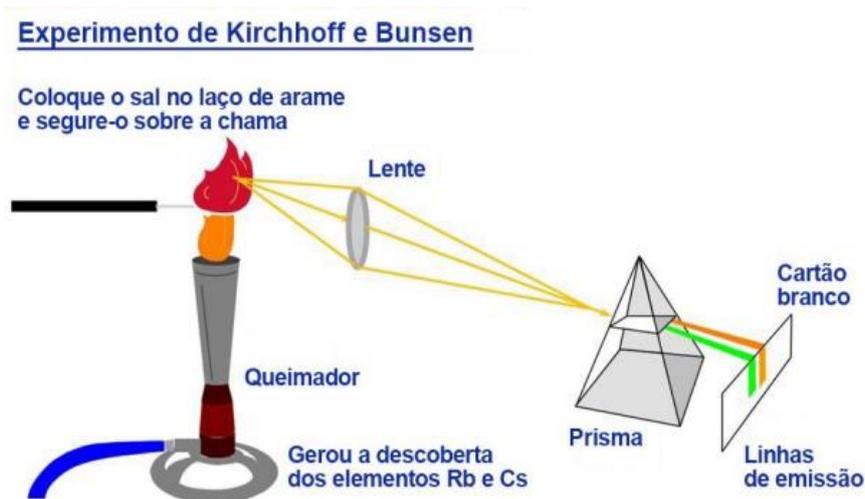


Figura 10. Ilustração do experimento realizado por Bunsen-Kirchhoff.

Fonte: https://www.agilent.com/cs/library/slidepresentation/public/59916594_Agilent_Spectroscopy_Theory_PTBR.

Em meados de 1860, depois de realizar seus primeiros experimentos com a análise espectral, Bunsen selecionou os materiais da evaporação de uma grande quantidade de água mineral. Separando todos os outros corpos, ele levou alguns desses materiais à chama e encontrou, examinando pelo espectroscópio, uma mistura de sais que apresentava algumas linhas brilhantes nunca observadas antes. Nomeados por ele, o Césio apresentava linhas na região azul do espectro e o Rubídio na região vermelha (PIROLO, 2010).

Bunsen e Kirchhoff ainda utilizaram o espectroscópio (figura 10) para estudar a luz conectada por diferentes elementos químicos quando aquecidos. Eles descobriram que

cada elemento produz um padrão único de linhas espectrais, formado por emissões de luz em comprimentos de onda específicos. Essas linhas espectrais forneciam informações valiosas sobre a composição química das substâncias.

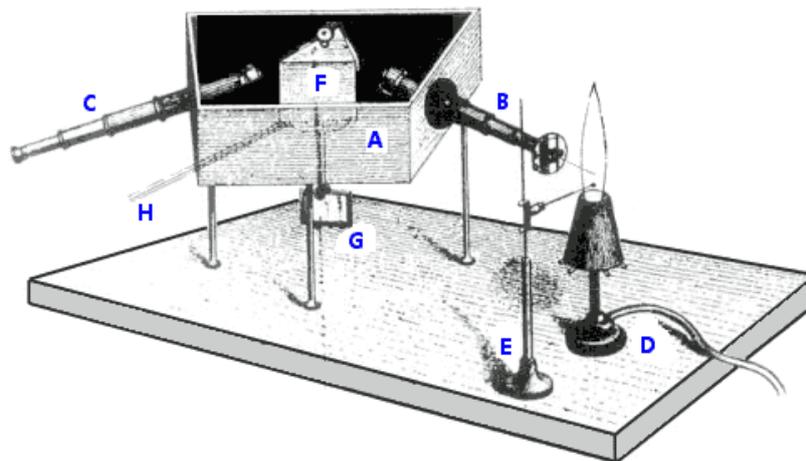


Figura 11. Ilustração do espectrômetro de Bunsen-Kirchhoff. (A) caixa, de cor preta no interior; (B) e (C) telescópios; (D) bico de Bunsen; (E) porta-amostras; (F) prisma; (G) espelho; (H) alça para girar o prisma e espelho.

Fonte: <https://edukavita.blogspot.com/2015/11/biografia-de-robert-bunsen-cientistas.html>.

Como resultado de diversos estudos sobre a análise espectral de elementos químicos, foram formuladas três leis da espectroscopia (KLEPER e SARAIVA, 2014), conhecidas como Leis de Kirchhoff.

1. Espectro contínuo: um corpo opaco quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo. Por exemplo, o filamento de uma lâmpada incandescente (sólido), a lava de um vulcão (líquido), uma estrela (gás denso).

2. Espectro de emissão: um gás transparente (isto é, pouco denso), produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). O número e a cor (posição) dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Por exemplo, uma lâmpada fluorescente.

3. Espectro de absorção: se um espectro contínuo passar por um gás a temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Por exemplo, o sol e sua atmosfera. Na figura 11, temos uma ilustração sobre as leis de Kirchhoff.

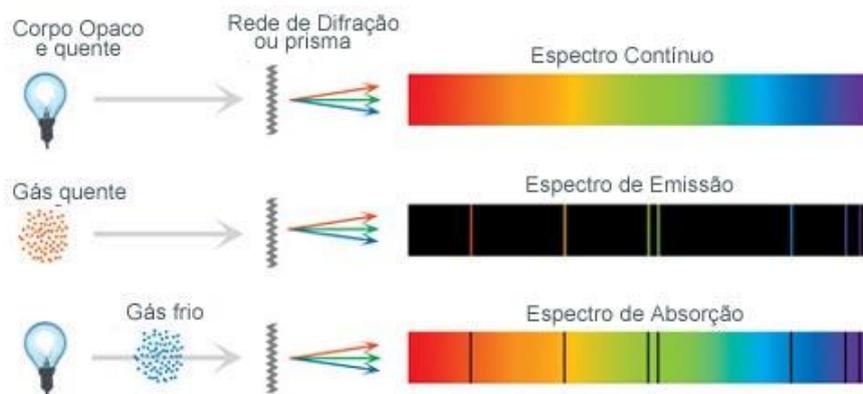


Figura 12. Ilustração sobre as leis de Kirchhoff.

Fonte: <https://www.apolo11.com/espectro.php>

Em 1861 o químico e físico britânico Willian Crookes (1832-1919), descobriu um elemento que tinha uma linha de emissão verde brilhante no seu espectro, ao qual deu o nome de tálio.

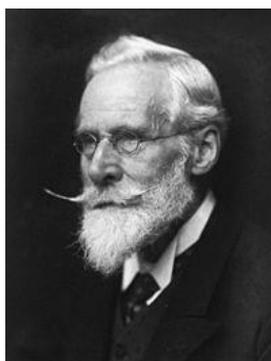


Figura 13- Willian Crookes (1832-1919)

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/William_Crookes

Na época, Crookes estava realizando estudos sobre espectroscopia, e durante suas pesquisas, estava analisando amostras de minerais de chumbo extraídos de uma mina no Reino Unido. Ele observou uma linha de cor esverdeada no espectro de emissão do mineral de chumbo, que não correspondia a nenhum elemento conhecido na época. Após investigar essa linha verde desconhecida, Crookes determinou que ela era causada por um novo elemento químico, ao qual ele deu o nome de "tálio", inspirado na palavra grega "*thallos*", que significa "verde brotando".

O elemento índio (nome procedente da linha de cor índigo de seu espectro) foi descoberto pelos cientistas alemães Ferdinand Reich e Theodor Richter em 1863 quando

estavam buscando tálio em minas de zinco com o uso de um espectrógrafo, sendo isolado por Richter em 1867.



Figura 14- Ferdinand Reich (1799-1882) e Hieronymus Theodor Richter (1824-1898)

Fonte: Wikipédia

Eles dissolveram os minerais pirita, arsenopirita, galena e esfalerita em ácido clorídrico e destilaram cloreto de zinco bruto. Reich, era daltônico, contratou Richter como assistente para detectar as linhas espectrais coloridas. Sabendo que esses minérios poderiam apresentar o elemento tálio, eles iniciaram suas investigações procurando pelas linhas do espectro de emissão do tálio caracterizado pela cor verde.

No entanto Richter observou uma faixa azul brilhante, desconhecida em qualquer outro espectro e distinta da faixa azul do Césio. Depois de várias tentativas, Reich obteve um precipitado que sabia ser um sulfeto de um elemento desconhecido. Ele então fez uso de várias técnicas espectrográficas para identificar o novo elemento que foi nomeado de índio por causa da cor azul brilhante que lembrava o índigo-azul (CHAGAS, 2011).

A análise do espectro solar também permitiu a descoberta de um novo elemento químico, o hélio. A descoberta deste foi feita antes mesmo de sua existência ser comprovada experimentalmente. Em 1868, o astrônomo francês Pierre Janssen estava observando um eclipse solar e notou uma linha amarela brilhante no espectro da luz solar.

Ao mesmo tempo e de forma independente, o astrônomo britânico Norman Lockyer também observou a mesma linha durante um eclipse solar.

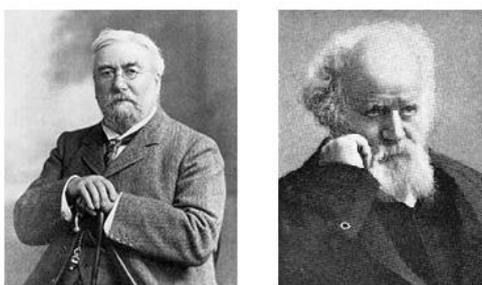


Figura 15- Joseph Norman Lockyer (1836-1920) e Pierre Janssen (1824-1907)

Fonte: Wikipédia

Eles deram a esse elemento o nome de hélio, baseado na palavra grega "hélíos", que significa sol. A teoria era de que o hélio era um elemento presente no Sol, pois a linha amarela estava associada à atmosfera solar. No entanto, a existência do hélio só foi comprovada experimentalmente algum tempo depois. Em 1895, o químico britânico Sir William Ramsay isolou o hélio pela primeira vez na Terra. Ramsay estava investigando minerais contendo urânio e descobriu que esses minerais emitiam um gás desconhecido quando aquecidos. Esse gás era o hélio e a partir desse ponto, começou a ser estudado mais detalhadamente e sendo confirmado como um elemento químico.

Embora quando tratamos sobre a história da espectroscopia, uma série de outros acontecimentos estão interligados com o avanço dos conhecimentos sobre essa temática que também contribuíram em uma complementação na explicação dos fenômenos observados. Portanto aqui foram apontadas apenas alguns dos eventos históricos, que consideramos importantes sobre a espectroscopia que podem ajudar o professor na compreensão do surgimento dessa técnica.

É importante mencionar ainda que em 1913, o cientista dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) propôs um novo modelo atômico que explicava as linhas espectrais observadas, baseando-se nos estudos provenientes do modelo proposto por Ernest Rutherford (1871-1937), das pesquisas introdutórias de Max Planck (1858-1947), e dos trabalhos sobre as linhas espectrais, observadas a partir das análises espectroscópicas dos elementos químicos, assim como dos estudos realizados sobre as séries espectrais.



Figura 16-Niels Bohr (1885-1962)

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr

A explicação de Bohr, era de que as linhas de emissão nos espectros descontínuos do gás hidrogênio são formadas quando os elétrons absorvem um *quantum* de energia de

uma fonte de radiação. Essa energia faz com que os elétrons saltem para níveis de energia mais elevados, chamados de estados excitados. E quando os elétrons retornavam aos seus níveis de energia originais, eles liberavam a energia que absorveram na forma de fótons, que são partículas de luz. Dessa forma as linhas observadas eram emitidas por meio da passagem entre dois estágios, um permanentemente estável (estado estacionário) e o outro como um estado em que o elétron apresenta uma instabilidade, no momento em que muda de um estado estacionário para outro (VASCONCELOS e FORATO, 2018).

A ideia de órbitas quantizadas para elétrons contribuiu para o desenvolvimento posterior da mecânica quântica, proporcionando uma compreensão mais profunda da natureza dos átomos.

5. ETAPAS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABPj)

A seguir apresentaremos uma sugestão de uma proposta pedagógica à luz da metodologia ABPj utilizando a abordagem histórica da espectroscopia e sua utilização na descoberta dos elementos químicos. As etapas deste roteiro são sugestões e poderão sofrer adaptações por entendermos que cada ambiente escolar possui uma realidade com suas particularidades e necessidades que devem ser levadas em consideração pelo professor.

Este material está designado ao professor, preferencialmente para ser trabalhado com estudantes do 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Química.

É importante ainda que os estudantes possuam alguns conhecimentos básicos em química para iniciar o estudo sobre a história da espectroscopia tais como: uma compreensão básica sobre a estrutura do átomo, incluindo a distribuição dos elétrons nos diferentes níveis de energia, bem como conceitos de absorção e emissão.

Etapa 1: Introdução ao Projeto

- Apresentação do tema: *Abordagem histórica da espectroscopia na descoberta dos elementos químicos*. É importante adaptar as âncoras de acordo com o nível de conhecimento e interesse dos estudantes, buscando sempre despertar a curiosidade sobre a espectroscopia e os elementos químicos. O professor pode utilizar como âncora: apresentação de vídeos, uma apresentação multimídia feita pelo próprio professor, um artigo científico, reportagem de jornal ou revistas.

- Contextualização da importância da espectroscopia na química moderna. É importante mencionar que essa técnica é uma ferramenta versátil que pode ser utilizada em uma ampla gama de aplicações. Por exemplo na indústria farmacêutica é utilizada para identificar e caracterizar novos compostos com potencial para uso medicinal. Na indústria química, pode ser empregada no controle da qualidade de produtos, ou seja, para detectar impurezas em produtos químicos. Na ciência forense, é utilizada para identificar a presença de substâncias químicas ou outros materiais em uma cena de crime. Na astronomia, é utilizada para estudar a composição e as propriedades de estrelas e galáxias.
- Apresentação dos objetivos do projeto e das habilidades que serão desenvolvidas.
- Elaboração da questão motriz, podendo ser previamente elaborado pelo professor ou ainda podendo ser realizada em conjunto com os estudantes. Aqui a sugestão proposta será: *Qual foi o papel da espectroscopia na descoberta dos elementos químicos e como ela contribuiu para o avanço da nossa compreensão sobre a composição dos materiais?*

Etapa 2: Pesquisa Inicial

- Os estudantes poderão ser divididos em 5 grupos e cada equipe ficará responsável pela pesquisa de um dos seguintes elementos químicos (Lítio, Rubídio, Tálcio, Índio e Hélio).
- Cada grupo deve investigar sobre a história da descoberta do elemento e o papel da espectroscopia nesse processo.
- Os estudantes também devem pesquisar os princípios básicos da espectroscopia e sua relação com a estrutura atômica.

Etapa 3: Elaboração do Relatório

- Cada grupo deve elaborar um relatório detalhado sobre o elemento químico atribuído para pesquisa, incluindo sua descoberta, propriedades, aplicações e o papel da espectroscopia nesse processo.
- Os relatórios devem ser armazenados e bem organizados, com referências bibliográficas adequadas.

Etapa 4: Apresentação dos Resultados

- Cada grupo fará uma apresentação oral para a turma, compartilhando os resultados de sua pesquisa.
- As apresentações devem abordar de forma clara e objetiva as informações coletadas e destacando o papel da espectroscopia na descoberta do elemento pesquisado.
- Caso a escola possua um projetor multimídia, seria interessante reservar o recurso para que os estudantes realizassem uma apresentação com slides em *PowerPoint*, por exemplo.
- Na ausência do projetor multimídia, os estudantes poderiam apresentar por meio da exposição de cartazes.
- É importante que o professor oriente os grupos de que eles podem utilizar objetos, modelos e outros recursos para tornar suas apresentações mais interessantes, desde que citando corretamente as fontes de referência. Por exemplo a utilização de vídeos para ilustrar conceitos e ideias de forma mais dinâmica. Os grupos podem encontrar vídeos *online* ou ainda criar seus próprios vídeos e apresentar para toda turma.

Etapa 5: Experimento Prático

- Como sugestão para a apresentação final após o estudo dos conceitos básicos da espectroscopia, os estudantes podem elaborar vários produtos interessantes. Aqui estão algumas ideias:
- Cada grupo de estudantes poderão construir um espectroscópio simples utilizando materiais de fácil acesso tais como caixas de papelão, com uma fenda estreita, uma rede de difração (que pode ser substituída por um CD ou DVD), fita adesiva e um suporte para fixação. O modelo pode variar conforme o aprofundamento da pesquisa e a disposição do grupo na elaboração das atividades propostas. Espera-se que por meio da construção do espectroscópio caseiro permita que eles observem e estudem os espectros de diferentes fontes de luz. Na parte das sugestões de fontes e materiais de apoio temos alguns roteiros com orientações para a construção do espectroscópio.

- Cartão de espectros: Os estudantes podem criar cartões com os espectros de diferentes elementos químicos. Eles podem usar papel colorido ou marcadores para representar como cores correspondentes as diferentes linhas espectrais. Esses cartões poderão servir como uma referência visual para identificar elementos ou compostos usando espectros.
- Simulação de espectros: Os estudantes poderão ainda realizar pesquisas na internet que permitam o uso de softwares de simulação gratuitos em que podem criar espectros virtuais de diferentes fontes de luz. Eles podem explorar como a composição química de uma substância afeta o espectro e estudando sobre os diferentes tipos de espectros, como o de absorção e de emissão.

Etapa 6: Discussão e Análise dos Resultados Experimentais

- Os grupos deverão discutir e analisar os resultados obtidos a partir do experimento prático.
- Consideramos importante o papel do professor na orientação aos grupos quanto a comparação dos espectros obtidos com os dados conhecidos na literatura e identificando possíveis variações devido as limitações do experimento realizado.
- Os grupos devem ser orientados a discutirem sobre as limitações da técnica de espectroscopia e possíveis fontes de erro.

Etapa 7: Síntese e Conclusão

- Os grupos devem elaborar uma síntese das informações ao longo do projeto, destacando a importância histórica da espectroscopia na descoberta dos elementos químicos.
- Os estudantes também devem fazer uma reflexão sobre as aplicações modernas da espectroscopia na química e em outras áreas de estudo.
- Os grupos poderão compartilhar suas experiências em uma apresentação final para a turma.
- No caso específico de uma apresentação final para a turma, os grupos podem escolher diferentes formatos para apresentar seus resultados. Podem, por exemplo, fazer uma apresentação oral, um vídeo, um podcast, ou até mesmo uma exposição

de materiais. A escolha do formato depende do objetivo da apresentação e dos recursos disponíveis.

Etapa 8: Avaliação

- É importante que o professor estabeleça critérios de avaliação específicos e claros antes do início do projeto. Esses critérios podem incluir elementos como o cumprimento dos objetivos do projeto, conhecimentos e habilidades a serem aplicados, qualidade do trabalho produzido, colaboração em equipe e apresentação final. Nesse sentido a avaliação poderá ser baseada no envolvimento dos estudantes nas etapas do projeto, na qualidade dos relatórios e apresentações, na participação nas discussões e na compreensão dos princípios da espectroscopia e suas aplicações. Por meio da utilização de rubricas ou critérios de avaliação pré-definidos poderão auxiliar o professor quanto à qualidade, a criatividade, a aplicação de conhecimentos e habilidades, entre outros aspectos relevantes.

Sugestões de fontes e material de apoio

*Aprendizagem Baseada em Projetos: Um guia de professor para professor. Disponível em: <<http://editora.ufrpe.br/ABP-professor>> Acesso em: 18 de julho de 2022.

*Roteiro para Construção de um Espectroscópio Simples. Disponível em: <<https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/aluno-Bloco-VIII-Espectroscopia.pdf>> Acesso em 23 de agosto de 2022.

*Construção e uso de um Espectrômetro Caseiro. Disponível em: <https://turing.pro.br/anais/FEBRAT-2013/EXATAS/TERRAS/Artigo_Espectr%C3%B4metrocaseiro.pdf> Acesso em 23 de setembro de 2022.

*Análise de Espectros utilizando Espectroscópio Caseiro. Disponível em: <https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2020/01/SNEA2018_TCP12.pdf> Acesso em 25 de setembro de 2022.

*Espectroscopia para o Ensino Médio utilizando a Placa Arduino. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download/3997/pdf>> Acesso em: 28 de setembro de 2022.

*Construção de um Espectroscópio Alternativo para o Ensino do Modelo Atômico de Bohr e linhas espectrais de Elementos. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc44_1/03-EA-08-21.pdf> Acesso em 03 de outubro de 2022.

*A espectroscopia e a Química: da Descoberta de Novos Elementos ao limiar da Teoria Quântica. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf>> Acesso em 04 de outubro de 2022.

*Espectro de Corpo Negro. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum> Acesso em 10 de outubro de 2022.

*Tabela periódica com espectros de emissão atômica dos elementos. Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-espectros-de-emissao-atomatica-dos-elementos/>> Acesso em 12 de outubro de 2022.

*Espectroscopia: Astronomia e Astrofísica. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>> Acesso em 25 de outubro de 2022.

*Webduino: Laboratório de Experimentos Remotos. Disponível em: <<https://www.pucsp.br/webduino/experimentos/espectrofotometro-remoto-automatizado/faca-voce-mesmo.html>> Acesso em 25 de outubro de 2022.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste manual instrucional como proposta de orientação por meio da ABPj com o tema "A História da Espectroscopia e a Descoberta dos Elementos Químicos" se destaca por diversas considerações relevantes sobre a abordagem escolhida e o potencial impacto que ela pode ter no processo de aprendizado dos estudantes.

Por meio desse deste material, buscamos proporcionar aos professores a oportunidade de explorar com a sua turma a história da espectroscopia e as contribuições dessa técnica na descoberta dos elementos químicos de maneira mais atrativa, conectando-os ao mundo real e estimulando a curiosidade e o interesse.

A escolha na utilização da metodologia da ABPj pode possibilitar o incentivo e a participação ativa dos estudantes em seu próprio processo de aprendizagem. Acreditamos que por meio dessa abordagem, possa proporcionar o desenvolvimento da investigação,

da pesquisa e resolução de problemas, estimulando habilidades como pensamento crítico e o trabalho em equipe.

As etapas propostas neste produto educacional podem auxiliar os professores com ideias preliminares para a exploração dos princípios da espectroscopia, assim como as contribuições de cientistas que se destacaram por suas investigações nesse campo com a descoberta e a identificação de alguns dos elementos, possibilitando que os estudantes tenham uma compreensão mais adequada por meio da realização de experimentos práticos e a criação de apresentações e relatórios finais que visam consolidar o aprendizado de forma concreta e aplicada.

Salientamos que este manual apresenta algumas limitações, pois não foi aplicado em sala de aula, motivo pelo qual, optou-se por uma abordagem mais geral, com sugestões ao professor para a elaboração de um projeto mais detalhado, que possa ser aplicado futuramente no ensino de química.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. G. **Contribuições da metodologia aprendizagem baseada em projetos para ensino de meteorologia no ensino fundamental**. 2017. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, Lorena, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.97.2018.tde-03122018-173625>> Acesso em 12 de abr. 2021.

AZEVEDO, E. R; NUNES, L. A. O. Construção de um espectrógrafo de projeção e sua utilização em demonstrações de espectroscopia óptica. *Educação. Química Nova* 31 (8) 2008. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000800049>> Acesso 12 abr. 2023.

BARROS, L. G.; ASSIS, A.; LANGUI, R. **Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, p. 1026 - 1046, 2016.

BENDER, W. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2012.

BIN, A. C. **Concepções e conhecimentos de currículo em W. Kilpatrick e implicações do método de projetos**. São Paulo, 2012. 120f. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo - USP. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-21012013-140309/publico/ANA_CLARA_BIN_rev.pdf> Acesso em: 05 de abr. 2021.

BOUZON, J. D. *et al.* Uma proposta para o ensino de pilhas em turmas de Ensino Médio mediada pela Aprendizagem Baseada em Projetos **Revista Ensino, Saúde e Ambiente** – Niterói, 2020. v13(13), p. 320-337. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/download/29120/28384>>. Acesso em 05 de abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BIE (Buck Institute for Education) **Aprendizagem Baseada em Projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Tradução Daniel Bueno. – 2, Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

CHAGAS, R. P. **Estudo da Aplicação de Brometo de Índio em Reações para Formação de Ligações Carbono-Carbono**. 2011. 159f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4206/CHAGAS%2C%20RAFAEL%20PAVAO%20DAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

COSTA, K. M. **A aprendizagem baseada em projetos no ensino de química promovendo uma aprendizagem crítica**. Vila Velha, 2020. 171f. Dissertação (mestrado

PROFQUI) – Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1117>>. Acesso em: 03 de abr. 2022.

DEWEY, John. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação / 4. ed; tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. — 4. ed. — São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sul-rio-grandense. Pelotas, RS, Brasil., v. 14, n. 1, p. 268-288, jan. 2017.

DINIZ, Heloisa D. **Pedagogia por Projeto: influência do uso da técnica no aproveitamento acadêmico dos alunos do Ensino Médio do Colégio São Paulo de Belo Horizonte, MG** (Dissertação) PUC Minas: Belo Horizonte, 2015. 89f. Disponível em:<http://www1.pucminas.br/imagadb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI2015119104432.pdf>. Acesso em: 16 set. 2022.

DUARTE, A. L. A. A Escola Nova. **Revista AMAE Educando**. n. 32, p. 12-15, 1971.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FILGUEIRAS, Carlos A.L. A espectroscopia e a química: Da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. **Química nova na escola**, [s. l.], n. 3, p. 22- 25, 1996.

HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

IBALDO, A. P. O bico de Bunsen e a introdução da Análise Espectroscópica. **E-Boletim Da Física**, 2(2), 2016. Disponível em <<https://doi.org/10.26512/e-bfis.v2i2.9769>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

KILPATRICK, W. H. **Educação Para uma Civilização em Mudança**. São Paulo: Melhoramentos, 1974.

LOPES, David E. C. **Espectroscopia óptica: histórico, conceitos físicos e aplicações**. (Trabalho de Conclusão de Curso), UEMS, Dourados, 2007. 38f. Disponível em <<https://pt.scribd.com/document/55488110/Espectroscopia-optica-historico-conceitos-fisicos-e-#>> Acesso em: 28 mai. 2023.

KLEPER, O. F.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**, UFRGS, 2014. Disponível em <<http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>> Acesso em: 14 abr. 2023.

KRAMER, Antônio Carlos. **Experimento de espectroscopia caseiro para demonstração da Física Moderna no Ensino Médio**. (Trabalho de Conclusão de Curso) UFFS: Cerro Largo, 2015. 20f. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/561/1/KRAMER.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

MARTINS, V. J. *et al.* A Aprendizagem Baseada em Projetos (abpr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água. **Revista Prática Docente**, Confresa, 2016.

[S. 1.], v. 1, n. 1, p. 79-90. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.23926/rpd.v1i1.13>> Acesso em 7 abr. 2022.

MARTORANO, S. A. A; MARCONDES, M.E.R. **Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da história da química**; Volume 6, 2012 – p. 16-31.

MENEZES, Keylanne Beatriz de Lima. **Física Solar: Ensinando Tópicos de Física Moderna para o Ensino Médio**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Niterói, 2019. Universidade Federal Fluminense-UFF. Disponível em <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/13161>> Acesso em 20 abr. 2023.

MOURA NUNES, J. F. **Mistura de Quatro Ondas em Sistemas Atômicos com Luz Incoerente**, 114 p. (Mestrado em Física) - Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2003. Disponível em <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6846>> Acesso em 18 fev. 2023.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

OKI, M.C.M.; MORADILHO, E.F. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência e Educação**, Bauru, vol.14, n.1, p. 67-88, 2008.

OLIVEIRA, N. A. A. **Aprendizagem Baseada em Projetos na formação de alunos de um curso de Licenciatura em Letras**: estudo de caso em uma Instituição de Ensino Salesiana. São Paulo, 2019. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica – PUC-SP. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/22114>> Acesso em: 14 de mai. 2022.

OLIVEIRA, P. P. **A pedagogia de projetos aplicada ao ensino de Química na Escola Celso Mariz em Sousa – PB**. Cajazeiras, 2019. 73f. Trabalho de Curso Licenciatura em Química (TCC) -Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11614>>. Acesso em: 02 de abr. 2022.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PIROLO, M. **A contribuição de Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff para a espectroscopia do século XIX**. São Paulo, 2010 (Dissertação) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. Disponível em <<https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/13451/1/Marcelo%20Pirolo.pdf>> Acesso em 25 abr. 2023.

RODRIGUES, A. F. de B.; et al. Uma experiência de organização e desenvolvimento curricular com Pedagogia de Projetos. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos (SP). Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Educação, v. 12, n. 2 (2018). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.14244/198271992129> >. Acesso em: 18 mar. 2022.

VASCONCELOS, S. S.; FORATO, T. C. M. Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 851-887, dez. 2018.