

Campus Mesquita

Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Especialização em Educação e Divulgação
Científica

Alessandra de Santana da Silva

MÓDULO “VISÃO” DA
EXPOSIÇÃO
“NEUROSENSAÇÕES” E
FUNDAMENTOS DA
APRENDIZAGEM BASEADA
EM PROBLEMAS: uma
combinação possível como
prática metodológica no
Ensino de Química

Mesquita
2022

ALESSANDRA DE SANTANA DA SILVA

MÓDULO “VISÃO” DA EXPOSIÇÃO “NEUROSENSAÇÕES” E FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: uma combinação possível como prática metodológica no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Avançado Mesquita, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Educação e Divulgação Científica.

Orientadora: Prof.^a Ma. Ludmila Nogueira da Silva.

Mesquita

2022

S586m Silva, Alessandra de Santana da.
Módulo "visão" da exposição "neurosensações" e fundamentos da aprendizagem baseada em problemas: uma combinação possível como prática metodológica no ensino de química. – Rio de Janeiro: Mesquita, 2022.

59 p. il.

Trabalho de Conclusão (Curso especialização em Educação e Divulgação Científica do Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Educação e Divulgação Científica.)do IFRJ / Campus Mesquita, 2023.

Orientadores: Profª Ma. Ludmila Nogueira da Silva.

1. Aprendizagem Baseada em Problemas. 2. Estudo de Casos. 3. Ensino Investigativo, 4. Ensino de Química. I. Silva, Alessandra de Santana da. II. Instituto Federal do Rio de Janeiro. III. Título.

TCC/IFRJ/CMesq EDC/PG

Acervo Campus Mesquita
Ficha catalográfica elaborada por
Marcos F. de Araujo.
CRB1 / 3600.


ALESSANDRA DE SANTANA DA SILVA

MÓDULO “VISÃO” DA EXPOSIÇÃO “NEUROSENSAÇÕES” E
FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: Uma
combinação possível como prática metodológica no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio de Janeiro Campus Avançado
Mesquita, como requisito parcial para
a obtenção do título de especialista
em Educação e Divulgação
Científica.

Aprovado em 20/12/2022


Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 LUDMILA NOGUEIRA DA SILVA
Data: 07/04/2023 09:59:37-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Ma. Ludmila Nogueira da Silva (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Documento assinado digitalmente
 MICHELE WALTZ COMARU
Data: 24/04/2023 15:13:42-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dra. Michele Waltz Comarú (Membro Interno)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Documento assinado digitalmente
 RENATO MATOS LOPES
Data: 24/04/2023 13:37:02-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Renato Matos Lopes (Membro Externo)
Fundação Oswaldo Cruz

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, o invisível mais real, que sempre esteve presente em minha vida. Obrigada por todo seu cuidado e amor.

Ao meu amado esposo, Francisco, por todo seu apoio, parceria e compreensão. Muito obrigada, pois sem você essa caminhada seria muito mais difícil.

À minha mãe Guiomar e minha Tia Neide, as pessoas que mais me amam nesse mundo e são meus exemplos.

À minha querida orientadora Ludmila Nogueira da Silva, por acreditar em mim, me dar a mão e me ajudar a seguir. Meu exemplo de orientadora e inspiração para prosseguir.

Ao professor Chrystian Carlétti, por se dispor a ir ao Espaço Ciência Interativa, durante a pandemia da Covid-19, e me apresentar a exposição NeuroSensações.

Aos meus queridos e queridas colegas de turma, por toda força e apoio quando pensei em parar e por não deixarem ninguém para traz. Obrigada pelos encontros no *meet* para nos apoiarmos. Vocês são generosos e maravilhosos!

Obrigada, querida Rute pela grande ajuda nessa reta final. Quanta generosidade!

O modo como tomamos posse do conhecimento, fragmentado, em forma de compartimentos, produz ignorâncias globais, que levam ao pensamento mutilado e que conduz a ações mutilantes. (OLIVEIRA; NETO, 2016 p. 6).

RESUMO

Mesmo estando no século XXI, ainda se observa, em muitas salas de aula, um ensino tradicional, descontextualizado e ineficaz em envolver o aluno como protagonista em seu processo de aprendizagem. Práticas pedagógicas, fundamentadas em princípios das denominadas metodologias ativas de ensino, podem trazer mudanças de atitudes em sala de aula, propiciando um ensino mais dinâmico, desafiador e participativo. Assim, esta pesquisa objetivou propor uma atividade investigativa interdisciplinar, baseada em conhecimentos químicos presentes no módulo “Visão” da exposição “NeuroSensações” do Espaço Ciência InterAtiva do IFRJ Campus Avançado Mesquita, aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio, utilizando princípios da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Para tanto, foi necessário conhecer o módulo “Visão”, identificar os conceitos químicos, elaborar uma situação-problema e um roteiro das ações necessárias à aplicação da metodologia com a turma. Realizou-se, então, pesquisa qualitativa de natureza descritiva-exploratória e revisão de literatura. Diante disso, verificou-se a possibilidade de aplicar fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas, formulando uma situação-problema abordando conceitos químicos presentes no módulo “Visão”, além de uma sequência didática com ações norteadoras para professores interessados em aplicar essa prática. Espera-se, com este trabalho, trazer contribuições para educadores da Educação Básica, de diferentes áreas do conhecimento, na aplicação dessa metodologia, ocorrendo em mudanças de posturas no ensino-aprendizagem, tanto dos professores como dos alunos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas, Estudo de Casos, Ensino Investigativo, Ensino de Química.

ABSTRACT

Even in the 21st century, traditional teaching can be observed in many classrooms, decontextualized and ineffective at involving students as protagonists in their learning process. The pedagogical practices, supported by active teaching methodologies, can bring about changes in attitudes in classroom, bringing up a more dynamic, challenging, and participatory teaching. Thus, this research aimed to propose an interdisciplinary investigative activity, based on chemical content present in the “Visão” module of the “NeuroSensações” exhibition at Espaço Ciência InterAtiva, IFRJ, at Mesquita Campus, to the students in the first year of high school, using the active methodology principles Problem Based Learning (PBL). It was necessary to visit and study the “Visão” module, identify the chemical concepts, elaborate a problem-solving situation and a script of the necessary actions to apply the methodology with the class. Qualitative descriptive-exploratory research and a literature review were then carried out. Based on this analysis, the possibility of applying Problem-Based Learning was verified, formulating a problem-situation by bringing up chemical concepts of the “Visão”, and also a didactic sequence with guiding actions for teachers interested in applying this practice. Is expected, with this work, to bring contributions for educators of Basic Education from different areas of knowledge, in the application of this methodology, culminating in attitude changes in teaching-learning, of both teachers and students.

Keywords: Problem-Based Learning, Case Studies, Investigative Teaching, Chemistry Teaching.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 INTERDISCIPLINARIDADE	18
3.2 MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS.....	20
3.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	21
3.3.1 ESTUDOS DE CASOS	23
4 METODOLOGIA	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 POR DENTRO DA EXPOSIÇÃO	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A – ORIENTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA ABP	58

1 INTRODUÇÃO

O ensino ancorado na interdisciplinaridade torna-se cada vez mais necessário para que possamos compreender diversas situações que nos rodeiam. Temas ambientais, sociais, tecnológicos, dentre outros, exigem conhecimentos que percorram várias áreas além daquelas curriculares. Esses conhecimentos podem ser construídos a partir de vivências, saberes diversos, contexto social e com uma educação capaz de formar cidadãos críticos e participativos na tomada de decisões.

A interdisciplinaridade é uma palavra cada vez mais citada nos meios de Educação, seja por meio de pesquisas ou de aplicações práticas (FERRARO, 2014). Propostas e metodologias interdisciplinares se apresentam como respostas a uma demanda crescente de uma educação preocupada com a formação holística de seus estudantes, tanto na “formação básica como na superior” (FERREIRA e colaboradores, 2014, n.p) Tal formação pode dar aos alunos subsídios para lerem o mundo que os rodeia, seus problemas sociais, ambientais, desenvolvimento científico/tecnológico, enfim, situações diversas e interligadas que exigem conhecimentos que percorram várias áreas além daquelas curriculares, e que se constroem considerando vivências, saberes diversos e contexto social (CHINELLI; DE AGUIAR, 2016; FERREIRA e colaboradores, 2014; ARAÚJO-OLIVEIRA, 2013).

Silva, Silva e Silva (2020) ressaltam que a não compreensão dos componentes curriculares de maneira contextualizada com o cotidiano pode gerar futuros cidadãos sem domínio crítico sobre o seu entorno, sobre as transformações da natureza e, por consequência, na tomada de decisões que exijam conhecimento científico e tecnológico. Nesse contexto, Chinelli e De Aguiar (2016) concordam e complementam sobre a importância da formação de profissionais e cidadãos abranger esses conhecimentos diversos, propiciando, por consequência, uma “democratização do acesso às questões neles envolvidas” (CHINELLI; DE AGUIAR, 2016, p.378).

Parece-nos que só a escola, pode não abarcar toda essa teia de conhecimento. Sendo assim, outros espaços e meios educacionais podem e devem se somar à educação formal na grande tarefa da produção, disseminação e apropriação de conhecimento. Entre esses espaços, destacamos os museus e centros de ciências, que se apresentam com propostas de dialogar acerca de conhecimentos contextualizados ao público não especializado, contribuindo com a “alfabetização

científica” por meio de exposições concebidas sob abordagens interdisciplinares (CHINELLI; DE AGUIAR, 2016; SILVA; SILVA; SILVA, 2020).

Ainda sobre o papel dos museus de ciências, Chinelli e De Aguiar (2016) destacam que, ao longo dos anos, houve mudanças representativas em suas finalidades. Inicialmente, eram voltados para a guarda de coleções. A partir do final do século XIX, passam a assumir também uma proposta de educação científica da população, complementando a educação formal, como trazido por Cazelli, Marandino e Studart (2003), diversificando os espaços de aprendizagem.

Evidenciando a importância dos museus de ciências na disseminação do conhecimento científico, Silva, Silva e Silva (2020) discutem a interdisciplinaridade presente nesses espaços e que proporcionam aos visitantes uma experiência na qual o conhecimento se dá de forma natural, ancorando-se em diferentes áreas do conhecimento.

Em pesquisa desenvolvida por Ferraro (2014), os museus de ciências são relatados como “territórios”, nos quais ocorrem interconexões entre as exposições, coleções e o público. Dentro de um viés “interdisciplinar e transversal de aprendizagem”, esses espaços podem proporcionar uma aprendizagem baseada em conceitos pertinentes às diversas áreas do conhecimento (FERRARO, 2014, p. 252). Ferreira e colaboradores (2014) concordam e observam que as exposições e atividades museais têm sido pautadas por uma metodologia interdisciplinar.

Aliada a essa perspectiva de formação cidadã por meio de uma educação científica que privilegie a interdisciplinaridade, trazemos a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), como uma metodologia que se desenvolve tendo como pilar a resolução de problemas ligados a vivências dos alunos, convidando-os a um protagonismo, deixando a aprendizagem de ser centrada no conteúdo e agora centrada no aluno.

A ABP é um método estruturado com a finalidade de desenvolver nos alunos competências de raciocínio, aprendizagem autônoma, trabalho em equipe para resolução de problemas e, ao mesmo tempo, a compreensão de diferentes conteúdos da disciplina em questão (DELISLE, 2000). Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) concordam com Delisle (2000) e ressaltam que os fundamentos da ABP podem ser empregados pontualmente em uma única aula, destacando seu enfoque multidisciplinar e interdisciplinar, além de poder ser usada de forma global, por meio da estruturação de um currículo (LOPES e colaboradores 2011).

Lopes, Silva-filho e Alves (2019, p.67), caracterizam a ABP como uma prática construtivista, que “impõem uma rotina de sala de aula com uma participação permanente dos estudantes, que são o foco do processo de ensino e constroem ativamente o conhecimento”. Nesse sentido, para que a ABP seja utilizada como estratégia metodológica, sua estruturação deve ser observada. O primeiro ponto importante é que a situação- problema seja baseada em problemas reais, capazes de despertar o interesse dos alunos. A turma deve ser dividida em pequenos grupos de trabalho, também chamados de “grupos tutorias”, tendo o professor o papel de orientador, também chamado de tutor, sendo a metodologia desenvolvida por meio dos “ciclos de aprendizagens” (LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019, p.50).

Convém frisar que no Brasil publicações sobre a ABP e sua aplicação voltadas para o Ensino Básico, ainda são limitadas, quando comparadas as voltadas para o Ensino Superior, conforme ditam Lopes, Silva-Filho e Alves (2019), Queiroz e Cabral (2016) e Klein (2013). Um dos fatores que concorrem para esse baixo número de trabalhos é evidenciado por Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) como sendo o desconhecimento dos professores sobre a metodologia ou, ainda, não saber desenvolvê-la, despertando para a necessidade da formação continuada dos docentes. Já os autores Rosa e Leão (2019) fizeram um levantamento sobre publicações em ABP no Ensino Básico, na área de Ciências da Natureza nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) entre os anos de 1997 e 2017, e ressaltam um aumento gradativo das publicações, totalizando 20, das quais 17 são sobre no ensino de Química aliado à metodologia ABP. Corroborando com os autores, Silva (2019) fez um levantamento referente ao período de 2008 a 2018, em alguns eventos sobre educação e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), também sobre ABP e Ensino de Ciências (Química, Física e Biologia) e encontrou 210 produções na BDTD, das quais somente 17 (8%) eram referentes a Educação Básica e 193 (92%) na Educação Superior.

Diante do contexto apresentado, pensando em utilizar fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas e conhecimentos presentes em um espaço de educação não formal, nos deparamos com a seguinte questão: quais as possibilidades de se abordar alguns conhecimentos químicos presentes no módulo “Visão” da Exposição “NeuroSensações”, em sala de aula, através de atividades investigativas?

Isto posto, a presente pesquisa buscou analisar a dimensão interdisciplinar do módulo “Visão” da exposição “NeuroSensações” no Espaço Ciência InterAtiva, museu

de ciências do IFRJ Campus Avançado Mesquita, a fim de explorar as possibilidades de abordagens interdisciplinares no campo de conhecimento da Química, por meio de fundamentos da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas, especificamente pela variante dessa metodologia conhecida como Estudo de Casos Investigativos.

A escolha do módulo “Visão” da exposição “NeuroSensações”, está baseada na diversidade de fenômenos que podem ser explorados ao abordar esse sentido do corpo humano. Retondo e Faria (2014, p. 125), em seu livro *Química das Sensações*, nos trazem que “É a partir da visão que podemos detectar perigos, nos proteger, ler, ou até mesmo nos apaixonar”!

Para compreender os conceitos sobre interdisciplinaridade, sobre museus de ciências e a relação intrínseca que ocorre entre esses dois, utilizamos como principais autores: Ivani Fazenda, Hilton Japiassu, Diamantino Fernandes Trindade, Martha Marandino, Luísa Massarani, Ildeu de Castro Moreira. Usamos, como metodologia, investigação de natureza qualitativa, com abordagem descritiva-exploratória.

Já para aprofundar o conhecimento sobre a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas e sua variante Estudo de Casos Investigativos, recorreremos a diferentes autores, dentre eles destacamos: John R. Savery, Robert Delisle, Salete Linhares Queiroz e Renato Matos Lopes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo propor uma atividade investigativa interdisciplinar, baseada em conhecimentos químicos presentes no módulo “Visão” da exposição “NeuroSensações” do Espaço Ciência InterAtiva do IFRJ Campus Avançado Mesquita, aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio, utilizando fundamentos da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os conceitos químicos que podem ser trabalhados no módulo “Visão” com alunos do 1º ano do Ensino Médio;
- Elaborar uma situação-problema que incorpore os elementos que deverão ser trabalhados com a turma (conceitos de Química, módulo “Visão”, atividades experimentais, estudo de caso);
- Elaborar um roteiro com mapeamento de uma sequência didática, desenvolvida ao longo da atividade;
- Utilizar fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas como estratégia metodológica para desenvolver conteúdos de Química no Ensino Médio, com base no módulo “Visão”, relacionados com o modelo atômico de Bohr.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 INTERDISCIPLINARIDADE

A palavra polissêmica “interdisciplinaridade” carrega em si inúmeras definições e o conhecimento a ela devotado deve ir além de suas raízes epistemológicas (FAZENDA, 2013). Autores como Fazenda (2013) e Trindade (2013), concordam que, mais do que conceituá-la, o importante é compreender que se norteia em função de reflexões e atitudes, que devem considerar diversos fatores como, por exemplo, o contexto sociocultural, integrando diferentes conhecimentos, em diferentes ambientes (formais ou não).

Fazenda, em concordância com Japiassu (1976), declara que interdisciplinaridade não deve ser vista “como uma junção de disciplinas” (FAZENDA, 2013, p. 21), pois, se assim o fosse, caberia apenas uma reformulação da grade curricular. A autora nos desafia a olhar a interdisciplinaridade como “uma atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento” (FAZENDA, 2013, p. 21). Isso nos revela que não encontraremos uma fórmula, um manual, para seguir e realizar um trabalho interdisciplinar; não há métrica e sim um conhecimento mais especulativo do que descritivo (BRU, 1997, *apud* ARAÚJO-OLIVEIRA, 2013, p. 58).

Diversos autores apresentam a interdisciplinaridade como uma disposição para o trabalho conjunto, no qual as disciplinas se dispõem a dialogar em busca de solução para uma situação-problema. Todos os especialistas devem contribuir com um máximo de interação, de forma igualitária, não existindo hierarquias entre as diversas disciplinas, por meio de uma visão interdisciplinar para avaliar a complexidade do problema norteador e, assim, superando as fronteiras da disciplinaridade, trazidas pelo conhecimento especializado (JAPIASSU, 1976; JOSÉ, 2013).

A compreensão da interdisciplinaridade se faz necessária em função dos equívocos que podem ocorrer durante sua prática, principalmente se suas ações estiverem pautadas em definições conceituais. Diante desse problema, Trindade chama atenção sobre a necessidade de definir a motivação e o fato gerador para se colocar em execução tal prática pedagógica. Nessa prática, a motivação deve se estabelecer sobre três pilares principais: “o ser humano, o mundo e as coisas do mundo” (TRINDADE, 2013, p. 72).

Trindade (2013) nos traz a preocupação sobre a necessidade de se compreender conceitos primários que possam nortear suas ações e, assim, distinguir a interdisciplinaridade de outras metodologias de ensino, como a pluridisciplinaridade e a multidisciplinaridade. O autor reafirma a necessidade de reflexão sobre uma “nova forma de pensar e agir sobre o mundo” (TRINDADE, 2013, p. 72), atitudes interdisciplinares, que não cabem em uma mera definição conceitual.

Japiassu vê na interdisciplinaridade um caminho de resgate. Mas seria um resgate de quê/quem? “Resgate do homem com a totalidade da vida” (TRINDADE, 2013, p. 78). E continua sua reflexão com a contribuição de pensamentos de diferentes autores para a questão posta à mesa:

Para alguns autores, surgiu da necessidade de reunificar o conhecimento; para outros, como um fenômeno capaz de corrigir os problemas procedentes dessa fragmentação; outros ainda a consideram uma prática pedagógica (TRINDADE, p. 78).

É importante notar que documentos como as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013) e a Base Nacional Curricular (2018), destacam a interdisciplinaridade, através de uma abordagem teórico-metodológica, capaz de proporcionar um trabalho que integre diferentes áreas do conhecimento. Ainda sobre essa temática, ressaltam a importância de estratégias pedagógicas “dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem” (BNCC, 2018, p.16).

Nesse contexto, os diversos conceitos de interdisciplinaridade nos abrem a visão de que suas práticas podem e devem permear inúmeros locais, muito além dos espaços formais, como as escolas. Nesse sentido, os museus e centros de ciências se mostram como espaços de educação não formal com viés interdisciplinar (SILVA; SILVA; SILVA, 2020) que possibilita a seus visitantes experiências nas quais diversas áreas do conhecimento se relacionam nas situações apresentadas, baseadas em uma ou mais temáticas.

Muitos educadores se utilizam dos museus de ciências como espaços educacionais em suas práticas pedagógicas (MARANDINO, 2005; GRUZMAN; DE SIQUEIRA, 2007). São ambientes ricos, que proporcionam não somente diversão, prazer e curiosidade, mas que têm em suas exposições a culminância de pesquisas, projetos educativos, modelos sociais e culturais de forma que o visitante revisite uma série de “saberes acumulados”, não somente advindo de sua vida escolar, mas

inclusive de seu contexto sociocultural e suas vivências (MARANDINO, 2005, p. 165; SILVA; SILVA; SILVA, 2020).

3.2 MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS

Marandino (2005) aponta considerações de alguns autores sobre os processos educacionais que se desenvolvem nos museus, muito em função das estratégias de comunicação diferenciadas, estabelecidas em relação ao que ocorre nas escolas. Elementos como “lugar, o tempo e a importância dos objetos” (MARANDINO, 2005, p. 165), definem as especificidades dos museus e são primordiais na concepção da exposição e de todo o processo educativo, destacando também a importância da mediação (CAZELLI; MARANDINO; STUDART, 2003).

Um dos pontos centrais do ensino escolar é que essa educação embasa o aluno para ser um cidadão crítico, alguém que reflita e interfira em sua realidade, exercendo assim sua cidadania (Base Nacional Comum Curricular, 2018). Porém, as questões que se apresentam em nossos dias, num mundo globalizado e cada vez mais desenvolvido científica e tecnologicamente, geram diferentes impactos, e que para serem compreendidos, se fazem necessárias novas exigências educacionais. Tais exigências não são contempladas apenas com o ensino formal, mas se somam à educação não formal e ao conhecimento advindo de suas experiências ao longo da vida (CAZELLI; MARANDINO; STUDART, 2003; MASSARANI; MOREIRA, 2010). Nesse aspecto, mais uma vez, espaços e meios não formais se apresentam como importantes canais de aproximação a temas voltados para o desenvolvimento científico e tecnológico, ou ainda “temáticas atuais e/ou polêmicas” (GRUZMAN; DE SIQUEIRA, 2007, p. 2).

Destaca-se a relevância dos museus observarem questões importantes como comunicação e educação, dentro do seu papel educacional e diante de uma demanda social, na qual o “conceito de educação amplia-se para outros espaços sociais, de maneira a criar novas relações entre o sistema educacional formal e a educação não-formal” (GRUZMAN; DE SIQUEIRA, 2007).

Köptcke (2001/2002) e Bortoletto (2013, p.1), retratam em suas pesquisas a parceria entre escolas e espaços museais no “processo de ensino aprendizagem de conhecimentos científicos”. Essa parceria, com um sentido de complementariedade, foi observada por Cury (2001/2002, p.65), ao analisar 82 espaços, constatando que o

“objetivo institucional” da maioria, era de “ações de apoio a educação formal”, em função da maioria do público recebido nesses espaços, advirem de escolas (professores e alunos).

A utilização de espaços não formais, como um componente para a promoção da educação científica, associada a educação escolar, encontra-se amparada e recomendada pela Base Nacional Curricular (2018). E dentro dessa perspectiva de integração entre diferentes espaços de educação, Marandino e colaboradores (2016, p. 84) ressaltam que as visitas as exposições em museus e centros de ciências podem tanto proporcionar momentos de lazer, como aquisição de conhecimentos e “produção de novos saberes”.

Diante de uma proposta de educação interdisciplinar, a multiplicidade de espaços e metodologias podem e devem ser vistos como alternativas para uma educação motivadora, capaz de envolver o aluno em todo seu processo de aprendizagem. Assim sendo, a ABP revela-se como uma estratégia de ensino e aprendizagem que não impõe barreiras, ao permitir combinações com outras metodologias e ambientes para além dos muros escolares.

3.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Segundo Delisle (2000, p. 8), “toda a educação envolve a resolução ou a preparação para resolução de problemas”. Nesse sentido, o professor pode atuar trazendo questões de pura memorização ou questões que exijam investigação e apropriação de conhecimentos de diferentes disciplinas, como são os problemas da vida real.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *Problem Based Learning* (PBL) é definida por Savery (2006) como:

Uma abordagem instrucional (e curricular) centrada no aluno que capacita os alunos a realizar pesquisas, integrar teoria e prática e aplicar conhecimentos e habilidades para desenvolver uma solução viável para um problema definido (Savery, p.12)

ABP é uma metodologia centrada no aluno, que tem uma participação ativa durante todo o processo, e desenvolvida a partir da solução de uma situação-problema. Nessa estratégia de ensino e aprendizagem, todo o desenvolvimento do trabalho se dá de maneira sistematizada, estruturada nos chamados ciclos de

aprendizagens, nos quais os estudantes participam reunidos em pequenos grupos e o professor no papel de orientador. (DELISLE, 2000; QUEIROZ; CABRAL, 2016; LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019).

Dentro da concepção de todo o desenvolvimento da ABP, a interdisciplinaridade é posta como um pilar importante na construção e resolução de um problema que, para ter significado para o aluno, deve se relacionar com diferentes áreas, inclusive sobre questões presentes em seu dia a dia e fora do âmbito escolar (DELISLE, 2000). Isso permite um engajamento maior dos alunos, proporcionando o desenvolvimento do pensamento crítico e de diferentes competências, necessárias para responder às questões do seu dia a dia.

Apesar de inicialmente ter sido aplicada com alunos de medicina, Delisle (2000) reforça que estudantes em geral devem ser alcançados pela ABP, pois todos são cidadãos e futuros profissionais, logo, terão problemas a resolver. Assim sendo, um ensino conteudista, com muitas teorias, é facilmente esquecido e incapaz de desenvolver habilidades e autonomia nos estudantes. O autor relaciona três competências primordiais que os estudantes precisam alcançar:

- aprender uma base de conhecimentos essenciais (informação essencial);
- ter capacidade para utilizar, eficazmente, os conhecimentos em situações-problema dentro e fora da escola (compreensão);
- ter capacidade de alargar ou aperfeiçoar esse conhecimento, desenvolvendo estratégias para lidar com problemas no futuro (uso de conhecimento ativo) (p. 14).

van der Vleuten e Schuwirth (2019), em estudos mais atuais, ressaltam as mudanças que a ABP sofreu ao longo de todos esses anos, distanciando-se do seu modelo “ideológico original”, muito focado na reformulação curricular. Assim sendo, os autores refletem sobre até que ponto, metodologias desenvolvidas em escolas e ditas serem ABP, realmente correspondem a esta prática educacional. Nesse sentido, Adaptações podem ser feitas, para atingirem demandas e realidades diferentes, desde que observados os fundamentos centrais que caracterizam a ABP:

1. O uso de tarefas ou problemas envolventes como ponto de partida para a aprendizagem.
2. Aprendizagem autogerida e autorregulada.
3. Trabalho em grupos de alunos lidando com essas tarefas.
4. O papel dos professores como facilitadores desse processo (VAN DER VLEUTEN E SCHUWIRTH, 2019, p.13).

A aplicação da ABP pode ser a nível curricular, com uma grande reformulação de um curso, ou de uma disciplina ou ainda dentro de um conteúdo curricular numa disciplina (LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019; SÁ; QUEIROZ, 2010). Queiroz e Cabral (2016, p. 12), destacam que mesmo com a propagação da ABP em diferentes instituições de ensino, em sua maioria, ela vem sendo realizada em “disciplinas isoladas em currículos tradicionais”.

A adesão à ABP em sua forma originalmente pensada, ou seja, com problemas a serem resolvidos pelos estudantes ao longo de todo o curso universitário, ainda não é a maneira mais aplicada, como relatam Queiroz e Cabral (2016). As autoras ressaltam, ainda, que a “investigação de casos em disciplinas isoladas” (p. 12) tem sido mais utilizada, usando o Estudo de Casos, também chamada de Estudo de Casos Investigativos, que é uma das variações da ABP.

3.3.1 Estudo de Casos Investigativos

A metodologia de ensino Estudo de Casos Investigativos tem sua fundamentação na Aprendizagem Baseada em Problemas e, por isso, considerada como sendo uma de suas variantes (SÁ; QUEIROZ, 2010; QUEIROZ; CABRAL, 2016). Essas variações se adequam bem a cursos além dos de medicina, a diferentes níveis de ensino e diferentes “contextos educacionais” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 11).

Assim como a ABP, grande parte de suas variantes também seguem uma sistematização na qual os estudantes realizam as seguintes etapas:

- identificar e definir o problema;
- acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema;
- apresentar a solução do problema (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 12).

Sá e Queiroz (2010, p. 12) trazem uma definição para o Estudo de Casos Investigativos, como uma metodologia de ensino que valoriza a aprendizagem autônoma, na qual o aluno é responsável pelo direcionamento e construção do seu conhecimento, através de problemas reais ou próximos da realidade, que promovam “investigar aspectos científicos e socio científicos”. Para isso faz-se uso de narrativas, que são os casos, sobre situações emblemáticas experimentadas por pessoas comuns, que buscam orientações para tomarem decisões sobre um devido problema.

Observamos no trabalho de Delisle (2000) uma série de perguntas que o professor deve se fazer para que o problema elaborado seja capaz de proporcionar aos alunos momentos de aprendizagem autônoma e em grupo, fomentando o desenvolvimento de competências para sua resolução.

A respeito de conteúdos e competências, Delisle (2000) e Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) ressaltam a importância de consultar os conteúdos curriculares da escola, ou documentos de nível nacional, para elaborar o problema que deverá oportunizar a promoção de “habilidades específicas do currículo” (LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019, p. 56).

Os autores supracitados pontuam a necessidade de se verificar se estão disponíveis informações sobre aquele problema, para que os alunos possam consultar ao longo de suas pesquisas, fundamentando suas propostas de solução ou não.

Seguindo para a construção do problema, priorizam-se:

- “O desenvolvimento intelectual e as necessidades sócio emotivas dos alunos” (DELISLE, 2000, p. 30);
- Problemas embasados nas experiências dos alunos, que podem ser familiares, culturais ou de suas relações pessoais;
- Problema que proporcione aquisição de conhecimento de maneira interdisciplinar, combinando “vivências dos alunos com tópicos do programa da disciplina” (DELISLE, 2000, p. 31);
- Variedades de estratégias e estilos de aprendizagem, trazendo luz sobre o fato de tanto “professores como alunos terem formas diferentes de ensinar e aprender” (Id, p. 31). Assim sendo, os problemas devem contemplar professores com práticas de ensino diferentes e alunos com diferentes formas de aprendizagem, de maneira que todos os alunos possam colaborar na solução do problema.
- O problema deve ser mal estruturado ou de estruturação incompleta, como nomeia Delisle (2000), o que significa que os alunos deverão pesquisar para obterem informações substanciais sobre a questão, informações essas que acharem necessárias para seu entendimento, e, assim, proporem soluções. Lopes Silva-Filho e Alves (2019) concordam com Delisle e trazem a ideia do problema mal estruturado, não como mal elaborado, mas sim aquele que desperta muitas dúvidas e precisa de investigação para obter informações e a sua compreensão, e, ainda, com possibilidade de diferentes respostas corretas.

Delisle (2000), Queiroz e Cabral (2016) e Lopes Silva-Filho e Alves (2019) afirmam ser fundamental que o problema proporcione o envolvimento dos alunos, através de situações que retratem fatos da vida real e por assim ser, com poucas informações ou/e informações desconstruídas, despertando o engajamento dos estudantes na procura de uma solução.

Por meio do engajamento e conhecimento apreendido pelas pesquisas, discussões e as propostas de solução, é possível promover questionamentos aos alunos através das chamadas “questões focalizadas”, que são perguntas direcionadas sobre o tema. Por último, Delisle propõe definir estratégias avaliativas ressaltando que elas podem ser diversificadas.

Ao elaborar um problema, é necessário se ater ao fato de que ele deve estar inserido numa boa história, e para isso trazemos as contribuições de Herreid (1998a), que detalha características de um bom caso:

- Um bom caso conta uma história com um enredo envolvente, fazendo conexões com as vivências dos espectadores. Estruturado com início, meio e fim, construído ou a ser construído;
- Um bom caso se concentra em uma questão que desperta interesse;
- Um bom caso é definido nos últimos cinco anos. Ou seja, questões atuais, mencionadas na mídia, chamam atenção e despertam mais o interesse do público do que questões mais clássicas;
- Um bom caso cria empatia com os personagens centrais.

Aqui o autor destaca que além da empatia, “os atributos pessoais dos personagens influenciarão a maneira como uma decisão pode ser tomada” (HERREID, 1998a, p.163), lembrando que nem todas as decisões serão determinadas em função de características pessoais e controle dos personagens.

Isso exposto, buscamos por autores referências no campo de estudos sobre Aprendizagem Baseada em Problemas, com o objetivo de obtermos as competências e habilidades necessárias para elaborarmos uma proposta de roteiro de um Estudo de Caso Investigativo, que abordasse conceitos químicos identificados no módulo “Visão”. Esses conceitos, apresentados interdisciplinarmente, são necessários para a compreensão e solução de um problema proposto, de forma que o Ensino de Química seja um momento que promova a argumentação (MARTINS; 2020) e discussão envolvendo todos os participantes e percorrendo diferentes áreas do conhecimento.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho, pautado na pesquisa qualitativa, com abordagem descritiva-exploratória (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, BAUER; GASKELL, 2017), procurou contribuir no processo ensino-aprendizagem para o Ensino de Química, apresentando uma proposta mais envolvente e participativa dos alunos, recorrendo à fundamentos da metodologia Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), aliada à experimentação e visita a um centro de ciências.

A proposta apresentada é de um Estudo de Caso Investigativo, a ser desenvolvido em sala de aula após a visita à exposição “NeuroSensações” do Espaço Ciência InterAtiva (ECI), no módulo “Visão”, para abordar conteúdos de Química.

Inicialmente conhecemos o módulo “Visão” da exposição “NeuroSensações” no Espaço Ciência Interativa, seus textos e objetos, por meio de uma visita técnica em maio de 2021. O espaço se encontrava fechado em função da pandemia da Covid-19, sendo a visita mediada pelo professor e coordenador do ECI Chrystian Carlétti, um dos idealizadores da exposição.

Além da visita, também consultamos os trabalhos desenvolvidos por Ribeiro (2016, p.1), que analisou a exposição segundo suas “propostas de interatividade e abordagem da ciência”, dentro do contexto da divulgação científica; por Mariano (2016, p.1), que buscou analisar a potencialidade da exposição para serem trabalhados conhecimentos voltados para a área da Saúde, “tanto como um veículo de motivação para mudanças culturais, como também um instrumento pedagógico de formação do cidadão”; e, por último, Galhardi (2017, p.1), que se propôs adequar “aparatos que fazem parte do módulo de Luz e Cores da exposição “NeuroSensações”, para que sejam utilizados pelos professores dos anos iniciais em sala de aula”.

O passo seguinte se deu através de pesquisa bibliográfica em livros didáticos, artigos e trabalhos na área de Educação e Ensino de Química, sobre os temas “VISÃO”, “LUZ” e “COR”, que estivessem presentes no módulo “Visão” e fizessem parte dos conhecimentos químicos desenvolvidos no 1º ano do Ensino Médio.

Após identificar as possibilidades de abordagem de conceitos e fenômenos químicos para o Ensino Médio, prosseguimos para formulação de uma situação-problema. E para isso, consultamos os autores Herreid (1998a) e Sá e Queiroz (2010),

que discorrem como elaborar um bom caso investigativo, que gera uma situação-problema, pontuando características que devem estar presentes.

Por fim, elaboramos um roteiro com uma sequência didática, que sugere quatro encontros para desenvolvimento de todas as atividades envolvidas nos ciclos de aprendizagem. Esses ciclos ocorrem em cada momento específico, ou seja, quando os alunos estão reunidos e discutindo sobre o problema e quando estão em seus estudos particulares (LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019). E para elaborar o roteiro, consultamos os trabalhos dos autores: Borrajo e Coelho (2018), Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) e Queiroz e Cabral (2016).

Essa sequência didática está sendo sugerida para trabalhar o conteúdo do Modelo Atômico de Bohr com alunos do primeiro ano do Ensino Médio, por meio de fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas para sua construção, experimentação e visita a um centro de ciências.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa realizada nos trabalhos de Mariano (2016), Ribeiro (2016) e Galhardi (2017), verificamos que a primeira autora, em sua análise da exposição, evidenciou que além da abordagem de conhecimentos científicos, como o funcionamento dos diferentes sentidos humanos, e tecnológicos, como por exemplo, o efeito 3D, foi identificadas possibilidades de ações voltadas para a área da promoção a saúde. Já Ribeiro destaca a interatividade como um dos aspectos mais relevantes da exposição, assim como o papel dos mediadores que estimulam os visitantes a manusear objetos e conhecer suas funcionalidades. Em contrapartida, Galhardi (2017) apresenta o ECI (Espaço Ciência Interativa) como um aliado dos professores de ciências das séries iniciais, reforçando a relação museu-escola, propondo adaptações de instrumentos e experimentos presentes na exposição, para serem usados em sala de aula.

Entendemos, como Cazelli, Marandino e Studart (2003), que os museus e centros de ciências são espaços de grande contribuição nos processos educacionais, e contam para isso com estratégias de comunicação diferenciada, além da interatividade e mediação, proporcionando a seus visitantes uma postura mais ativa na construção de conhecimento e desenvolvimento de competências. Assim sendo, ao visitar o módulo “Visão” da Exposição “NeuroSensações”, pudemos verificar a possibilidade de elaborar uma estratégia de ensino que aliasse uma visita a um centro de ciências com fundamentos da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas.

5.1 POR DENTRO DA EXPOSIÇÃO

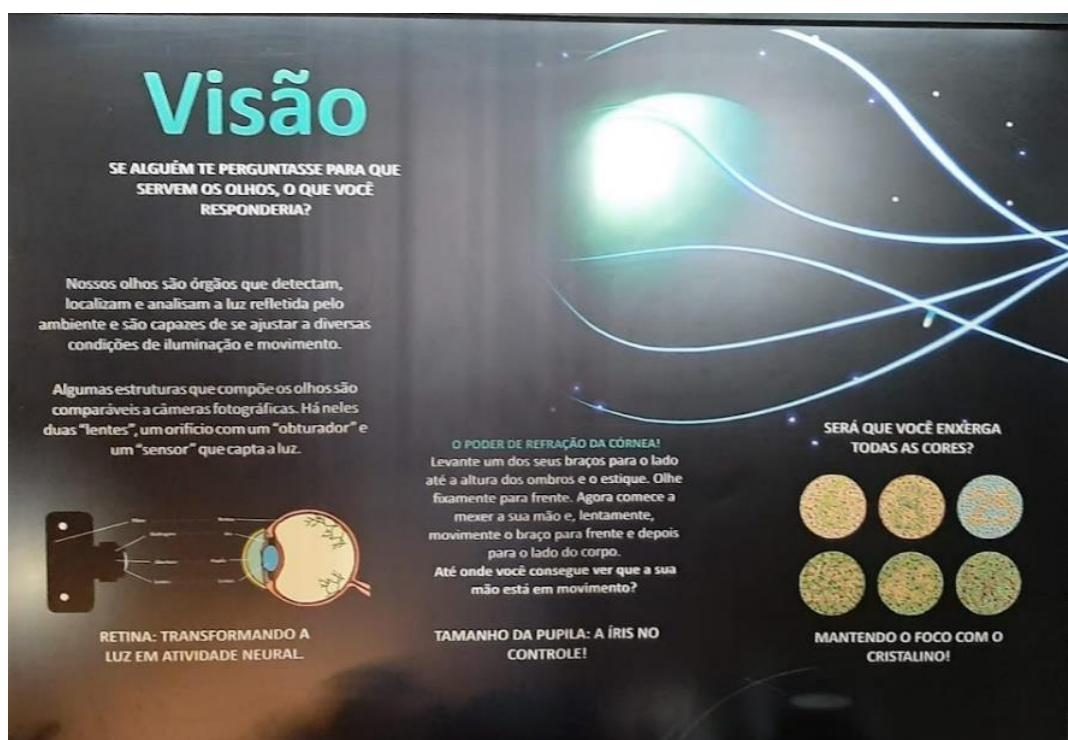
A exposição “NeuroSensações” faz parte do Espaço Ciência Interativa (ECI) - um centro de educação não formal, fundado em 2008, que desenvolve atividades de divulgação e popularização científica voltadas ao público em geral -, inaugurada e aberta à visitação no final do ano de 2014, estando situada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Avançado Mesquita, na Baixada Fluminense (MARIANO, 2016; RIBEIRO, 2016; GALHARDI, 2017; IFRJ, 2022).

Despertar sensações e percepções fazem parte da proposta de experiências desenvolvidas durante a visitação. Por meio de aparatos interativos, objetos diversos, painéis com textos curtos, pequenos experimentos e mediação, os visitantes aprendem, de forma lúdica, diferentes conceitos científicos, trabalhados através dos sentidos humanos e de forma interdisciplinar (RIBEIRO, 2016; MARIANO, 2016). Para isso, a exposição se configura pelos seguintes módulos: Audição, Sistema Sensorial Somático, Gustação, Olfato, Visão e Percepção.

O módulo “Visão” é apresentado em dois ambientes, divididos entre painéis e módulos interativos na parte que compõe o salão da exposição e outro ambiente, em separado, que corresponde ao módulo da sala escura, composta de experimentos que relacionam luz e o sentido visão, por meio de experimentos de Óptica.

Nesse módulo, os visitantes têm acesso a informações sobre o sentido visão, sua formação através de aspectos biológicos e físicos, abordados interdisciplinarmente, como por exemplo a formação da imagem de um objeto pelo olho e a relação com doenças oculares como miopia e astigmatismo, utilizando meios como aparatos manipuláveis e painéis explicativos com textos curtos (figura 1).

Figura 1 - Painel "Visão"



FONTE: A autora (2022)

A interatividade faz parte da proposta da exposição, que desafia seus visitantes a saírem da simples contemplação para atitudes mais ativas. Interagindo com os diferentes objetos e experimentos, que tem como intenção provocar um despertar da curiosidade, promovendo apropriação de novos conhecimentos, como defendido por autores que ressaltam a importância da interatividade nos centros e museus de ciências (SILVA; AROUCA; GUIMARÃES, 2002; CURY, 2006; PAVÃO; LEITÃO, 2007). Para isso, destacamos como exemplo, um grande modelo anatômico do olho humano (figura 2), no qual pode-se entender como o olho humano funciona, manipulá-lo e, assim sendo, atraindo a participação dos visitantes para a compreensão da percepção das cores, além das distorções na formação de imagens.

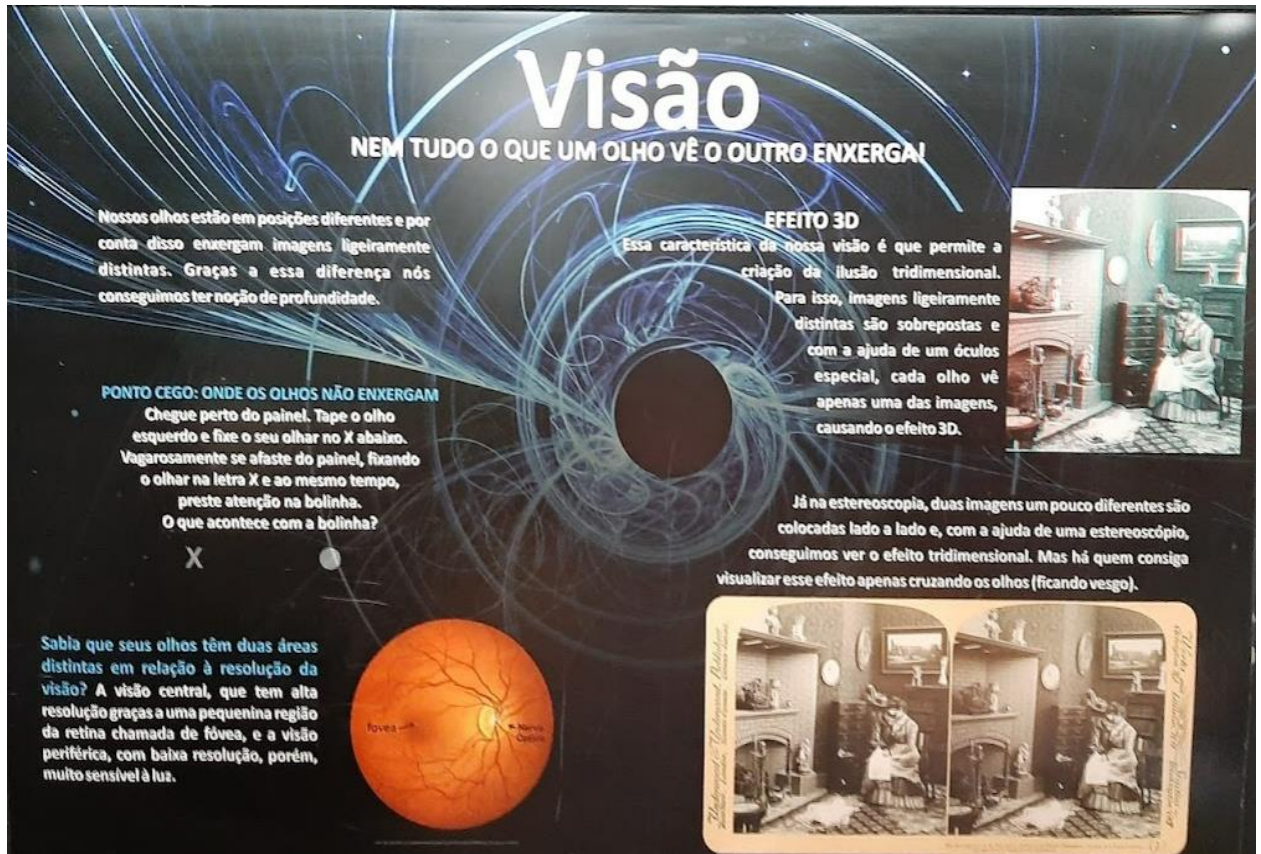
Figura 2 - Olho Humano



FONTE: A autora (2022)

Ainda no salão, o visitante se depara com diferentes painéis e aparatos para sua experimentação, que discutem efeitos visuais, por exemplo, espaço tridimensional (3D) e noções de profundidade (figura 3).

Figura 3 - Painel sobre Efeitos Visuais



FONTE: A autora (2022)

Há também uma televisão para assistir ao filme “Pangeia”, com o auxílio de óculos coloridos com lente azul e vermelha, no qual há uma simulação do efeito 3D. Essa atividade não estava disponível no dia da visita. Encontramos ainda o painel “Filtro de Cores” (figura 4), trazendo informação sobre o funcionamento dos óculos 3D.

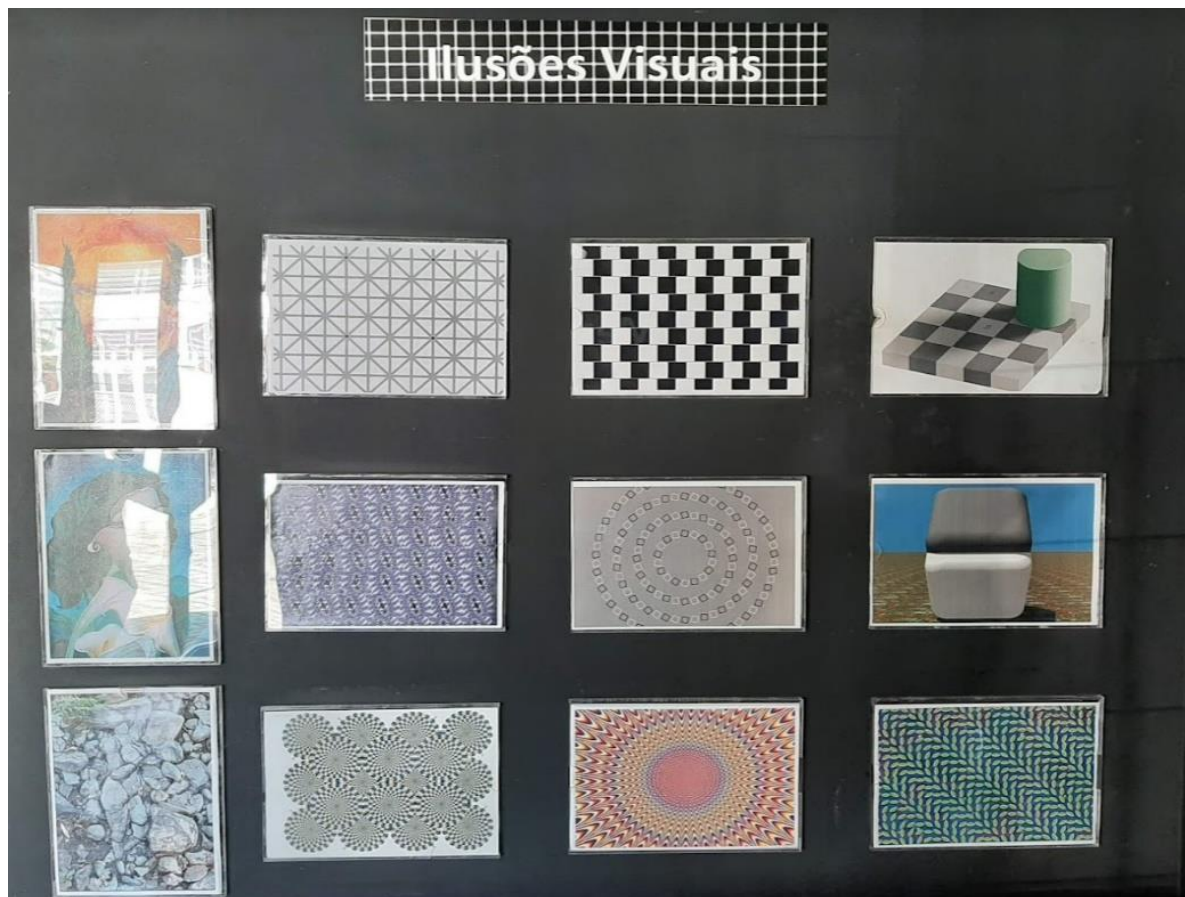
Figura 4 - Painel “Filtro de Cores”



FONTE: A autora (2022)

Também no salão da exposição, há uma parede com diferentes quadros que trabalham ilusões visuais (figura 5), com o objetivo de “enganar” a percepção visual dos visitantes, por meio de imagens escondidas, sensação de movimentos e profundidade das figuras.

Figura 5 - Painel “Ilusões Visuais”



FONTE: A autora (2022)

Como mencionado anteriormente, no módulo “Visão” temos um ambiente chamado “Sala Escura”, onde são explorados, principalmente, a soma e subtração de luz a partir de cores primárias (figura 6) e a formação de imagens através de cores no padrão RGB. Encontram-se, também, microscópios para observação de tela de celulares, além de uma mesa giratória, contendo espelhos e lentes, prismas que ajudam a entender a decomposição espectral da luz, tendo como base os experimentos de Newton, e um painel informativo sobre radiação eletromagnética (figura 7).

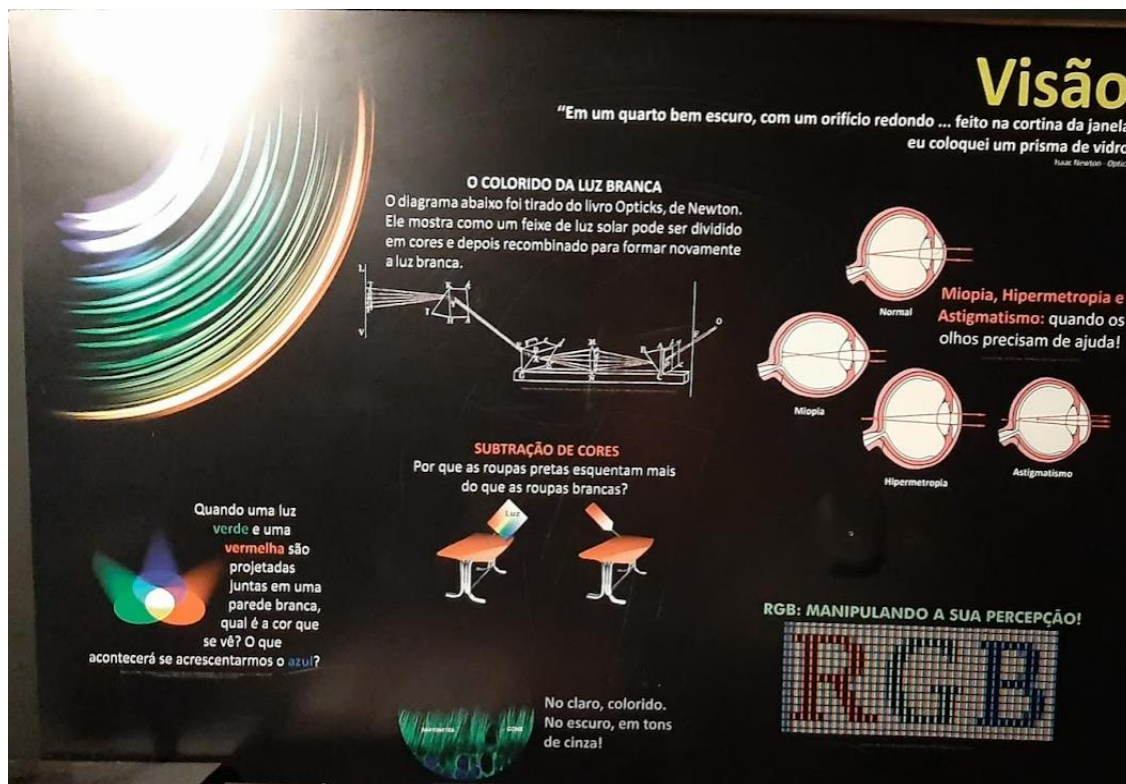
Figura 6 - Discos de Cores



FONTE: A autora (2022)

Alguns problemas de saúde, relacionados à visão, são abordados, tais como Daltonismo, Miopia, Hipermetropia e Astigmatismo (figura 7), explorando o caráter interdisciplinar do evento. Esse ambiente permite trazer diferentes informações e curiosidades, como por exemplo, a origem da palavra daltonismo, que vem do nome do químico inglês John Dalton (1766-1844), o primeiro a estudar cientificamente esse distúrbio da visão, do qual ele também padecia. E a interessante história que é contada sobre como o cientista descobriu sua doença, relacionando cultura, religião e História (Davini, 2016).

Figura 7 - Painel com diferentes tópicos: decomposição da luz, padrão RGB e problemas de visão



FONTE: A autora (2022)

Kanashiro (2003) destaca o sentido visão sobre os outros em função da gama de informações que podem ser captadas através dele, levando-o a ser o mais usado pela humanidade. Dialogando com essa observação, Retondo e Faria (2014, p. 126) exploram a relação entre Química e os sentidos, ressaltam o sentido visão, como um dos que mais nos proporciona aquisição de informações, privilegiando “nosso desenvolvimento cognitivo”. Os autores salientam que o pensar não está condicionado à visão, “já que existe pensamento sem visão e visão sem pensamento” (p. 126), nos reafirmando que a capacidade cognitiva não está condicionada a um sentido e sim o quanto esse sentido favorece os processos de aprendizagem.

Nesse contexto, após a visita, confirmamos nossa opção pelo módulo “Visão”, pois verificamos que, de fato, era o mais propício para uma abordagem voltada ao Ensino de Química, explorando conceitos iniciais presentes no Ensino Médio, como por exemplo, a Teoria Atômica, tendo em vista a importante relação entre cores, luz e Química (Liporace e colaboradores, 2018). Essas observações foram feitas através da análise dos vários elementos do módulo e em consulta a artigos e trabalhos na área de Educação e Ensino de Química, que envolvessem temas voltados para o

Ensino Médio sobre “VISÃO”, “LUZ” e “COR”, dentre os quais destacamos os trabalhos de Elias, Carvalho e Mól (2017); Nery e Fernandez (2004); Liporace e colaboradores (2018); De Faria e Junior (2021); Martins, Sucupira e Suarez (2015); Bighetti e colaboradores (2016) e Retondo e Faria (2014). Assim, identificamos a possibilidade de darmos continuidade aos conceitos observados no módulo e sua relação com conteúdo de Modelo Atômico de Bohr a serem explorados em sala de aula, com o auxílio da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas.

5.2 ELABORANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Química é uma ciência presente em nosso dia a dia, porém, em muitos casos, continua sendo apresentada em sala de aula de maneira descontextualizada, de forma que os alunos não conseguem relacionar fenômenos observados cotidianamente com o que se aprende na escola, como ressaltam Rossieri e Goya (2017). Esse ensino passa a ser descaracterizado, dissociado de suas vivências, logo, sem significado, não contribuindo com uma formação cidadã, na qual o aluno compreenda o mundo ao seu redor e seja capaz de participar de forma ativa na tomada de decisões sobre problemas relevantes a sua vida, conforme observado por diferentes autores como: Rossieri e Goya (2017); Silva (2017); Zompero (2019); De Faria e Junior (2021).

Tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interessante assume uma grande relevância e, em se tratando de Química, há conteúdos que se tornam mais desafiadores ainda, pois abordam um “mundo microscópico”, como átomos e moléculas, exigindo abstração dos alunos, como bem destaca Silva (2014) em seu trabalho sobre a compreensão da Estrutura da Matéria, através dos modelos atômicos. Esses conceitos químicos iniciais são primordiais para o avanço nos estudos da Química e estão presentes na exposição “NeuroSensações”, no módulo “Visão”, que, de forma lúdica e interdisciplinar, aborda elementos sobre luz e cores, tratando sobre ondas eletromagnéticas e decomposição da luz, que são pontos importantes para se entender, por exemplo, o modelo atômico sugerido por Bohr e diferentes fenômenos químicos e físicos.

Baseada no comportamento ondulatório da luz, a “Sala Escura” se apresenta como o espaço que oferece distintas possibilidades de aprendizado de conceitos

químicos, como observa Santos (2020), ao descrever o ambiente e relacionar as atividades presentes com os fenômenos observados, dentre eles, fosforescência e radiação eletromagnética. Através desses conhecimentos adquiridos durante a visita, outros conhecimentos podem ser propiciados, levando os alunos a fazerem conexões com situações presentes no seu dia a dia.

Por exemplo, Nery e Fernandez (2004), sugerem que é possível abordar, em sala de aula, interações de determinadas moléculas com específicos comprimentos de ondas do espectro eletromagnético e fenômenos de luminescência. Essa abordagem, no Ensino de Química, pode fazer com que os alunos consigam relacionar esse conteúdo com questões referentes aos raios ultravioletas, o uso de filtro solar e a poluição ambiental, como sugerem Costa e Da Silva (1995). Esses são alguns dos temas que podem ser trabalhados durante a exposição e revisitados em sala de aula. Todas essas possibilidades estão relacionadas às transições eletrônicas através da absorção de energia presente nos diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético (Silva e colaboradores, 2014, p. 484) e de diferentes fontes luminosas, conteúdo presente no estudo da Estrutura da Matéria, lecionado no 1º ano do Ensino Médio.

Isto posto, elaboramos uma sequência didática baseada no trabalho de Borrajo e Coelho (2018), que destacam não terem como objetivo a produção de um manual rígido a ser seguido, mas sim um suporte para que cada professor possa adaptar e desenvolver sua própria metodologia. Seguimos essa linha, assim também como a consulta aos trabalhos realizados pelos autores Lopes e colaboradores (2011) e Lopes, Silva-Filho e Alves (2019). Desta maneira, esses passos nortearam todo o processo de construção da sequência didática, envolvendo diferentes metodologias de ensino, que são: fundamentos da ABP, a experimentação e visita a um centro de ciências.

5.2.1 Elaboração da Situação-Problema

Toda a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas se desenvolve através de um ponto principal, que é uma situação-problema a ser resolvida pelos alunos.

Lopes, Silva-Filho e Alves (2019), enfatizam que o ensino tradicional também pode trabalhar com problemas, mas a diferença está na abordagem. ABP traz

problemas com foco na realidade do aluno e suas experiências, envolvendo-o e proporcionando um processo de ensino-aprendizagem mais holístico, fundamentado no programa escolar, enquanto o ensino tradicional, no geral, traz uma abordagem descontextualizada e disciplinar (DELISLE, 2000; LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019).

A partir da pesquisa bibliográfica sobre a metodologia da ABP, pudemos definir estratégias para a elaboração da situação-problema, relatada através de um caso fictício, utilizando questões atuais, que terá um papel importante para discussão envolvendo diferentes áreas do conhecimento, vulnerabilidade social e segurança alimentar. Segue abaixo a situação problema:

O posto médico, numa região muito carente, contabilizou um número expressivo de crianças desnutridas, de dois a seis anos. O problema foi agravado durante a pandemia, no ano de 2020, pois muitos pais ficaram desempregados e, por consequência, tiveram dificuldades em prover alimentação para suas famílias.

Os médicos do posto orientaram a suplementação com vitamina B2, para as crianças desnutridas. A vitamina foi adquirida pela prefeitura local, através de licitação, e distribuída às crianças cadastradas no posto.

Após alguns meses os profissionais de saúde, responsáveis pelo grupo assistido com a suplementação, não perceberam mudanças consideráveis no desenvolvimento das crianças e desconfiaram da qualidade daquele material.

Adalberto, um dos enfermeiros do posto, muito intrigado, conversou com seu irmão:

- Paulo, estou muito intrigado com algo que está ocorrendo com as crianças aqui do nosso "postinho!

- Como assim, irmão?

Adalberto contou ao Paulo, que é professor de Química, tudo o que estava acontecendo, e Paulo, analisando o que irmão dizia, fez uma sugestão:

- Irmão, será que essa vitamina é de boa qualidade? Será que realmente tem vitamina B2 naqueles frascos?

- Hum, não sei se ela realmente é de boa procedência! Tem como verificarmos a qualidade dela?

- Claro!! Afinal seu irmão aqui é professor de Química!

Imagine que vocês são alunos do professor Paulo e receberam o desafio de analisar uma amostra de vitamina adquirida pelo Posto e verificar se há ou não a presença de vitamina B2. Como vocês fariam isso?

Seguindo as recomendações de Herreid (1998a) e Sá e Queiroz (2010), sobre as características que um bom caso deve apresentar, destacamos as presentes na situação-problema acima:

- Deve ser atual: ***O problema foi agravado durante a pandemia, no ano de 2020.***
- Questões que desperta interesse: ***crianças desnutridas... muitos pais ficaram desempregados e, por consequência, tiveram dificuldades em prover alimentação para suas famílias.***
- Inclui citações: “- ***Paulo, estou muito intrigado com algo que está ocorrendo com as crianças aqui do nosso “postinho!”***”
- Provoca conflito: “- ***Irmão, será que essa vitamina é de boa qualidade? Será que realmente tem vitamina B2 naqueles frascos?”***”
- Deve ter utilidade pedagógica: “- ***Hum, não sei se ela realmente é de boa procedência! Tem como verificarmos a qualidade dela?”***”
- Produz empatia com os personagens centrais: “***Imagine que vocês são alunos do professor Paulo e receberam o desafio de analisar uma amostra de vitamina adquirida pelo Posto e verificar se há ou não a presença de vitamina B2. Como vocês fariam isso?”***”

A partir desse caso, procedemos para a fase de pesquisar um experimento que pudesse ser utilizado pelos alunos do 1º ano do Ensino Médio, abordando a temática escolhida para ser trabalhada e que tivesse correlação com o módulo “Visão” da exposição do ECI.

5.2.2 Elaboração do experimento

Diferentes autores concordam que a experimentação pode e deve ser vista como importante ferramenta pedagógica no Ensino de Química, mas destacam que o experimento descontextualizado, somente como comprovação de conceitos teóricos, pouco contribui para aprendizagem significativa, e, assim sendo, não resultando em desenvolvimento de habilidades e competências pelos estudantes (FERREIRA,

HARTWIG E OLIVEIRA, 2010; BORGES, 2002; FREITAS; ROSSATO; DA ROCHA, 2017).

Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) ressaltam que para que as aulas experimentais proporcionem construção de conhecimento e desenvolvimento dos estudantes, sua abordagem precisa romper com as formas tradicionais e serem apresentadas através de situações-problema, capazes de envolver os alunos em sua compreensão, para que sejam capazes de proporem soluções.

Em consulta a alguns trabalhos sobre ABP, utilizando experimentação (FREITAS; ROSSATO; ROCHA, 2017; WELTER; BRAIBANTE; KRAISIG, 2018), observamos que em turmas iniciais na ABP, a experimentação aparece como uma das etapas metodológicas, que auxiliará na resolução do problema, sendo elaborada pelo professor, cabendo ao aluno as devidas observações, análises e interpretações dos fenômenos. Para que isso ocorra, são propostas questões norteadoras, que os orientarão, durante a execução do experimento, a correlacionar os fenômenos observados com a situação-problema inicial.

Sobre as atividades investigativas, Borges (2002) orienta que devem ser trabalhadas com grau de complexidade crescente, ou seja, inicialmente as questões devem ser mais simples, sem exigirem conhecimentos técnicos e científicos profundos. Lopes e colaboradores (2011) também fazem as mesmas ressalvas sobre a elaboração das situações-problema.

Nesse contexto, o experimento é um dos componentes dessa proposta metodológica investigativa e segue uma etapa importante que ajudará os alunos na consolidação do aprendizado. Para isso, deve-se observar que essa seja empregada como uma experimentação investigativa, com a finalidade de contribuir para a “discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações”, referentes à situação-problema, como indicam Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2008, p. 34).

Pensando em um experimento que tivesse relação com o modelo atômico de Bohr, de fácil execução, com materiais acessíveis e que nos proporcionasse a elaboração de um caso e apoio na resolução do problema, nos baseamos em um experimento proposto na revista Química Nova dos autores Nery e Fernandez (2004), conforme demonstramos no quadro 1.

Nossa adaptação se baseia na proposta de que cada grupo receba duas amostras, uma de vitamina B2, e a outra não, sendo uma identificada como “Posto de Saúde” e a outra como “Controle”.

Quadro 1 - Experimento Emissão de fluorescência da vitamina B2.

Materiais e Reagentes	Procedimento
Comprimido de vitaminas do complexo B (amostra A)	1- Triturar um comprimido de cada amostra, separadamente, com o auxílio do almofariz e pistilo ou do amassador de caipirinha.
Comprimidos de Ácido Acetilsalicílico (amostra B)	2- Identificar as amostras.
2 Almofarizes e pistilos (ou amassador para caipirinha e copo)	3- Em um béquer ou copo de vidro, dissolver os comprimidos em um pouco de água, separadamente.
2 Béqueres de 250 mL (ou copos de vidro)	4- Iluminar uma mistura por vez com a lâmpada UV-A, dentro da caixa preta.
Fonte de excitação UVA: lâmpada de luz negra de 28 W, adquirida em lojas de iluminação, ou através da Internet.	
Caixa preta	

FONTE: Elaborado com base em Nery e Fernandez (2004)

Esperamos que com as duas amostras, ao observarem o diferente comportamento entre as duas soluções diante da lâmpada de UV-A, os alunos sejam motivados, pela curiosidade, a buscarem informações que lhes auxiliem a explicar o fenômeno.

A fim de direcionar os estudantes em seus momentos de estudo particular, são apresentadas diferentes perguntas que eles deverão responder com base em suas pesquisas e depois discutirem com o grupo, dispostas no quadro 2.

Quadro 2 - Questões norteadoras para os estudos.

Delimitações e Questionamentos
1) Por que você precisou triturar o comprimido?
2) Qual a importância de dissolver o comprimido em água?
3) O que aconteceu quando a mistura foi iluminada?
4) Qual a natureza da radiação incidente sobre a mistura?
5) Mostre que o experimento está de acordo com as observações propostas no modelo atômico de Bohr.
6) A substância pode ser classificada como fluorescente ou fosforescente? Por quê?
7) Que tipo de substância química provoca o fenômeno observado? E sua fórmula molecular?
8) Cite alguns problemas desencadeados por uma alimentação carente de vitamina B2.
9) Qual a importância da merenda escolar dentro do contexto apresentado?
10) Qual nosso papel, se esses fatos fossem reais e tivessem ocorrido na nossa comunidade, após termos realizado o experimento e verificado os resultados?
11) Apresentação de um relatório.

FONTE: Elaborado com base em Nery e Fernandez (2004) e Elias, Carvalho e Mól (2017).

As questões norteadoras apresentadas no quadro 2 são importantes pois propiciam que o objetivo de aprendizagem proposto pela sequência didática, que são a compreensão do modelo atômico de Bohr e o fenômeno das transições eletrônicas, sejam oportunizados.

Ressaltamos que, ao optarmos por trazer o experimento pronto, em vez de estimular que os alunos propusessem um, pensamos em turmas sem experiência com a metodologia ABP e que os estudantes poderiam se sentir desestimulados diante das complexidades para a resolução do problema. Assim sendo, observando o

trabalho de Welter, Braibante e Kraisig (2018), seguimos o exemplo dos autores que apresentaram o experimento como o passo inicial das ações dos alunos para responderem as questões relativas ao problema.

5.2.3 Sequência Didática

Com a situação-problema e o roteiro do experimento já elaborados, a proposta segue abaixo, no quadro 3, no qual demonstramos a sequência de ações que elaboramos fundamentada na consulta à literatura da Aprendizagem Baseada em Problemas e a partir da coleta de dados realizada na visita à exposição.

Quadro 3 - Esquematização da Sequência Didática

MOMENTO DIDÁTICO	ATIVIDADES
Momento 1	<ul style="list-style-type: none"> • Aula sobre modelos atômicos, destacando o modelo atômico de Bohr e o módulo “Visão” da exposição “NeuroSensações” que são as bases para o desenvolvimento do trabalho.
Momento 2	<ul style="list-style-type: none"> • Visita ao Espaço Ciência Interativa.
Momento 3	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar a sala em grupos. Cada grupo elege um secretário. • Apresentação de uma situação-problema. • Promover debate nos grupos (formulação de hipóteses). • O professor orientará os alunos para que resolvam o problema através da execução de um experimento simples. • Em casa, os alunos pesquisarão mais sobre o assunto e as hipóteses formuladas.
Momento 4	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos debaterão sobre suas pesquisas e revisitam suas hipóteses. • Os grupos respondem as perguntas. • Debater com a turma os resultados obtidos. • Confrontar esses resultados com a teoria. • Entrega do relatório na próxima aula.

FONTE: Elaborado com base em Borrajo e Coelho (2018), Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) e Queiroz e Cabral (2016)

Para a execução dessa sequência didática, sugerimos quatro encontros (quadro 3), divididos em: momento 1 (sala de aula), momento 2 (visita à exposição e atividades em casa) e momentos 3 e 4 (sala de aula), assim como sugerido por Moreira e Milanelo (2016). Embora existam outros trabalhos que sugiram menos encontros, como apontam Borrajo e Coelho (2018) e Piccoli (2016), que apresentam toda a sua proposta em um único encontro em sala de aula, concordamos com a estrutura de Moreira e Milanelo (2016), assim como de Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) e Lopes e colaboradores (2011), que propõem uma sequência de três encontros, obtendo resultados satisfatórios. Sendo assim, baseados nos conceitos que se deseja trabalhar e no aporte teórico consultado sobre Aprendizagem Baseada em Problemas e Estudo de Caso, o ideal é que sejam para essa situação considerados, no mínimo quatro encontros.

Seguindo a sequência dos quatro encontros, no terceiro os alunos iniciam o protagonismo efetivo na atividade, ao se dividirem em grupos e definirem os papéis dos participantes. Pereira e colaboradores (2007, p. 5) definem como secretário o aluno, escolhido pelo grupo, que terá como principais funções: “anotar os termos desconhecidos, os problemas identificados, as formulações e hipóteses oferecidas, os objetivos de aprendizagem definidos [...] e participar das discussões [...]”.

Há a possibilidade de o grupo eleger também um participante como coordenador, que será o líder e o grande estimulador para que todos contribuam durante os debates. Além disso, o coordenador deve gerir o tempo de forma que as tarefas sejam executadas e que o secretário, durante as discussões, faça os devidos apontamentos corretamente (PEREIRA e colaboradores, 2007).

Durante a organização dos grupos, os estudantes também poderão definir diferentes papéis entre si, como realizar as atividades pertinentes a cada momento, serem participantes das discussões, perguntando e ouvindo seus colegas e fomentar o debate com suas contribuições. Deverão, ainda, comprometerem-se em pesquisar sobre termos que não ficaram claros durante a leitura do problema, sobre suas hipóteses e os objetivos da aprendizagem (PEREIRA e colaboradores, 2007).

Ao professor cabe o papel de orientador, sendo suas principais funções: “estimular todos os membros do grupo a participarem das discussões, [...], assegurar que as anotações sejam corretamente realizadas pelo secretário, evitar desvios na discussão, assegurar que o grupo atinja no mínimo os objetivos de aprendizagem

preestabelecidos, checar a compreensão do grupo e avaliar a performance dos membros e do grupo como um todo” (PEREIRA e colaboradores, 2007, p.4).

Para uma melhor orientação do professor na abordagem da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas, disponibilizamos, no Apêndice A, um quadro mais detalhado com os sete passos mais observados e contemplados em diferentes trabalhos (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014; CARLETTO, 2016; QUEIROZ; CABRAL, 2016; LOPES; SILVA-FILHO; ALVES, 2019).

5.3 JUSTIFICANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Partindo de uma situação-problema com um baixo nível de complexidade, ou seja, “semiestruturada”, dispomos aos alunos uma estrutura com mais informações, quando comparada com uma situação-problema “mal estruturada”. Essa linha de ação pode facilitar o processo de aprendizagem de indivíduos que possuem “pouca familiaridade e/ou desconforto com a ABP”, favorecendo, assim “as capacidades cognitivas dos alunos e suas habilidades em pesquisar e raciocinar” conforme frisam Lopes, Silva-Filho e Alves (2019, p.82).

Corroborando com os autores supracitados, Queiroz e Cabral (2016) também ressaltam as diferenças na elaboração do problema em relação a sua estruturação como os “bem estruturados”, “mal estruturados” e consideram ainda uma terceira categoria na qual “não há um problema bem definido e único — Caso de Múltiplos Problemas. Nesse tipo de Estudo de Caso, os estudantes necessitam resolver problemas atrelados ao (problema) principal [...]” (QUEIROZ e CABRAL, 2016, p. 17). Essas observações são importantes para que os objetivos da aprendizagem dentro da metodologia da ABP sejam alcançados.

Alguns estudos comparativos entre ABP e Ensino Tradicional, frisam pontos importantes e distintos entre as metodologias. É consenso entre os autores que a ABP presa pela autonomia do aluno que aprende conteúdos novos resolvendo problemas, sendo este o centro nesse processo de ensino e aprendizagem (MORGADO e colaboradores, 2016; Lopes, Silva-Filho e Alves (2019); KLEIN,2013); e o professor desempenhando o papel de orientador, ao longo das etapas. Diferente do Ensino Tradicional, centrado no professor, que é o detentor e transmissor do conhecimento.

Ainda que ABP promova ganhos com a autonomia do alunato, autores como Morgado e colaboradores (2016), Lopes, Silva-Filho e Alves (2019), ressaltam que a aplicação da ABP desafia professores e alunos que precisam enfrentar mudanças em suas práticas no andamento dessa metodologia, o que pode trazer desconfortos e até resistência a sua implementação. Por consequência, metodologias tradicionais, mais expositivas, ainda são as que predominam em sala de aula no Ensino Básico.

Morgado e colaboradores (2016, p. 77), pesquisando sobre ABP e Ensino Tradicional, constataram com base no aporte teórico consultado, que não há concordância em relação a “eficácia” da ABP para a “aprendizagem conceitual”, destacando que muitos autores apresentam a ABP com melhores resultados e já outros não observaram diferenças significativas entre as metodologias. No entanto, há consonância de que não foram encontrados resultados nos quais houvesse prejuízo na aprendizagem dos alunos submetidos à ABP, com resultados inferiores aos expostos a metodologias tradicionais. Convém ressaltar que a ABP não deve ser avaliada apenas em relação a “aprendizagem conceitual” pois outras “dimensões de aprendizagem”, devem ser consideradas (MORGADO e colaboradores, 2016, p.77), como por exemplo, o “aprender a aprender”.

Quando os autores supracitados fizeram esse estudo comparativo entre duas turmas do Ensino Básico, em Portugal, usando ABP em uma e Ensino Tradicional em outra, apresentando o mesmo tema da área de ciências, puderam chegar a interessantes resultados: os alunos da ABP apresentaram resultados melhores quando o problema era mais complexo, requerendo conhecimentos de diferentes áreas, exigindo assim, um nível cognitivo maior. E os do ensino tradicional demonstraram resultados mais satisfatórios para problemas “conceitualmente menos exigentes”.

Carlito (2016), em seu Trabalho de Conclusão de Curso, pôde observar o mesmo conteúdo de Química sendo abordado através da ABP e de metodologia tradicional, com estudantes do Ensino Médio, constatando que os educandos conseguiram superar suas dificuldades de aprendizagem no conteúdo de estequiometria, demonstrando maior motivação e envolvimento nas aulas com a ABP. A autora ressalta também os ganhos dos alunos com o trabalho em equipe, o “estímulo ao autoestudo”, que fazem parte das características da ABP destacadas também por Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) e Klein (2013).

Mais um fator importante a ser destacado pela ABP é sua construção amparada na interdisciplinaridade (PIERINE, 2015), o que nem sempre ocorre no Ensino Tradicional, muito enraizado na disciplinaridade e fragmentação do conhecimento (SANTOS, 2007; SOUZA e DOURADO, 2015). Santos (2010) investigou em seu trabalho a relação entre ABP e Interdisciplinaridade em sala de aula no Ensino Médio nas aulas de Química e pôde observar mudanças no comportamento dos educandos, antes apáticos e desinteressados, agora motivados e interessados, ao conferirem sentido aos conceitos aprendidos, relacionando diferentes áreas do conhecimento na solução das situações-problema. Além disso, também observou maior envolvimento e interesse demonstrados pelos alunos durante a execução do projeto, diferente do comportamento demonstrado por muitos durante as aulas tradicionais, corroborando com o que reiteram Freitas, Rossato e Da Rocha (2017).

Nery e Fernandes em seu trabalho de 2004, já pontuavam a dificuldade de os educandos compreenderem os conceitos envolvidos no tema “Estrutura Atômica”, o que também foi identificado tempos depois nas pesquisas realizadas por De Assis, Dos Santos e Cruz (2012) e Silva e colaboradores (2014). Em todos os textos, os autores concordam que os conceitos envolvidos para a apropriação desse conhecimento requerem um nível alto de abstração, uma difícil ligação entre o mundo “visível” (macroscópico) e o “invisível” (microscópico) e a falta de experimentos simples que abarcassem esse conteúdo disciplinar. Quando isso não ocorre, os alunos não conseguem ver relação entre conceitos “aprendidos” e situações presentes em seu dia a dia. Esses conceitos tão abstratos e apresentados nas aulas somente de maneira teórica e conteudista, são vazios de significado para os estudantes e pouco ou nada contribuem para sua formação cidadã, na qual se pretende que eles sejam capazes de compreender, analisar e propor soluções para problemas cotidianos, embasados nos saberes adquiridos na escola e naqueles oriundos de suas experiências cotidianas.

Como professora de Química do Ensino Médio, também tenho utilizado práticas metodológicas tradicionais ao abordar o tópico sobre Modelo Atômico de Bohr. E com isso, constatando ao longo dos anos que os alunos apenas memorizam os conceitos para alcançarem “boas notas” nas provas, sem, porém, entenderem a importância desse tópico. Assim sendo, os estudantes não conseguem relacionar o aprendizado adquirido com situações presentes em seu dia a dia.

Nesse contexto, metodologias que promovam um aprendizado ativo e mais autônomo, capazes de formar cidadãos participativos nas inúmeras demandas sociais que se apresentam, são uma urgência. Porém, algo que desperta muita insegurança, tanto nos professores quanto nos alunos, quando observados os processos envolvidos.

Os alunos já acostumados a uma postura passiva, com todo conteúdo apenas sendo-lhe entregue, agora têm que buscar pelo conhecimento, tendo que desenvolver habilidades para resolver um problema. Este pode ser um fator capaz de gerar resistência às mudanças de papéis em sala de aula. Quanto ao professor, que geralmente, tem todo o conteúdo a ser dado, já pronto em livros ou apostilas, terá que elaborar uma situação-problema, observando as características imprescindíveis, e orientando os estudantes ao longo de todo o desenvolvimento.

Como bem pontuam Lopes, Silva-Filho e Alves (2019), o fato do professor nunca ter utilizado a ABP ou seus fundamentos, o receio à resistência do aluno e a preocupação de não saber orientar e conduzir os ciclos de aprendizagem; destaca-se como motivos limitadores a implementação da metodologia.

Diante desse entrave, a busca por formação continuada e de exemplos na literatura, apresentam-se como meios de suporte ao professor desafiado às mudanças e demandas que a educação apresenta.

A sequência didática aqui apresentada ainda não foi realizada em sala de aula, e como sou uma professora sem experiência na ABP e seus fundamentos, também tenho muitas inseguranças sobre sua aplicação, mas mudanças de posturas em sala de aula se fazem necessárias, quando se almeja um ensino que promova criticidade e desenvolvimento de habilidades, integrando ensino escolar, educação em espaços diversos e questões cotidianas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo realizado, observou-se a possibilidade da aplicação da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas, na sua variante Estudo de Casos Investigativos, aliada a uma visita à Exposição “NeuroSensações” do Espaço Ciência InterAtiva do Campus Avançado Mesquita do IFRJ, para se trabalhar conceitos de Química presentes no módulo “Visão”, com alunos do 1º ano do Ensino, por meio da proposição de uma situação-problema, relacionando conhecimentos químicos presentes no módulo.

Após conhecer o módulo “Visão”, identificou-se conceitos químicos presentes relacionados ao modelo atômico de Bohr. Diante disso, elaborou-se uma sequência didática que orientasse e motivasse professores à iniciativa de se exporem a mudanças em suas práticas pedagógicas, por meio de fundamentos da ABP, pois como observado ao longo do trabalho, muitos professores não sabem como utilizá-la e/ou resistem a esse “novo”. Além da sequência didática, procurou-se orientar na formulação da situação-problema, trazendo um exemplo de um caso criado pela autora.

Pautou-se numa pesquisa qualitativa, com abordagem descritiva-exploratória para conhecer o módulo “Visão”, além de consultas a diferentes trabalhos sobre o espaço e ainda revisão de literatura para o aprofundamento em ABP.

Esse estudo procurou trazer uma breve orientação aos professores que não conhecem ou não se sentem seguros quanto à metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas, apresentando uma sugestão de como iniciar essa prática pedagógica partindo de um conteúdo específico de uma disciplina.

Ressalta-se que, ao longo da pesquisa, observou-se que no Brasil publicações sobre a ABP, e sua aplicação voltadas para o Ensino Básico, ainda são limitadas, embora apresentem um aumento gradativo. Assim sendo, salienta-se aqui a relevância do estudo realizado para pautar futuras pesquisas na área da ABP voltada para a Educação Básica, contribuindo, desta forma, para o aumento do número de estudos na área.

Pensando em iniciar com pequenas modificações de atitudes e metodologias, espera-se que as contribuições trazidas neste trabalho possam colaborar com educadores, não só de Química, para a utilização da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, fomentando mudanças de posturas em sala de aula, tanto

dos professores como dos alunos. Deseja-se, ainda, que uma proposta de atividade que relacione a educação formal e a não formal possa despertar engajamento e motivação dos alunos durante as aulas de Química, favorecendo a aprendizagem, fortalecendo o trabalho de equipe e autonomia do aluno e, por consequência, as discussões e debates que envolvem essa prática.

Por fim, esclarece-se que o módulo “Visão” não se encontra esgotado em suas possibilidades para formulação de novos casos voltados para o Ensino de Química. Além disso, considerando os outros módulos da exposição (Audição, Sistema Sensorial Somático, Gustação, Olfato e Percepção), há a possibilidade de se abordar conceitos de Química e ainda utilizar a Aprendizagem Baseada em Problemas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-OLIVEIRA, Anderson. O olhar da pesquisa em educação sobre a multidimensionalidade subjacente às práticas pedagógicas. In: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2 ed., 2013. pp. 57-59.
- BAUER, Martin W.; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Editora Vozes Limitada, 2017.
- BIGHETTI, Rebeca Castro, MENDONÇA, L. D., ARENA, R. M., BOMBONATO, M. T. S., ZULIANI, S. R. Q. A., LEGENDRE, A. O. Do modelo atômico de Bohr à visão: a experimentação como base para a Interdisciplinaridade a partir do tema gerador “luz”. **Programa Educativo e Social JC na Escola: Luz, Ciência e Vida. São Paulo: Centro Paula Souza**, v. 2, p. 147-161, 2016.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 22, p. 263-294, 2014.
- BORRAJO, Thiago Balacó; COELHO, Afrânio de Araújo. **Uma proposta investigativa para o ensino de cores**. Revista do Professor de Física. Brasília, v. 2, n. 1, 2018.
- BORTOLETTO, Luciana. Museus e centros de ciências como espaços educativos não formais. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf. Acesso em: 10 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação, 2013. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. 2013. Disponível em: [file \(mec.gov.br\)](file (mec.gov.br)). Acesso em: 10 jan. 2022.
- CARLETTTO, Bianca Mendes. **Aprendizagem baseada em problema: aplicação e avaliação desta metodologia para o ensino de estequiometria**. 2016. Monografia de Conclusão de Curso (CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, São Mateus-ES, 2016.
- CAZELLI, Sibeles; MARANDINO, Martha; STUDART, Denise. Educação e comunicação em museus de ciência: aspectos históricos, pesquisa e

prática. **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências.** Editora Access/Faperj, Rio de Janeiro, p. 83-106, 2003.

CHINELLI, Maura Ventura; DE AGUIAR, Luiz Edmundo Vargas. **Experimentos e contextos nas exposições interativas dos centros e museus de ciências.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 14, n. 3, p. 377-392, 2016.

CURY, Marília Xavier. **Estudo sobre centros e museus de ciências: Subsídios para uma política de apoio.** In: *Cadernos do Museu da Vida: o formal e o não formal na dimensão educativa do museu.* Rio de Janeiro: Museu da Vida / Museu de astronomia e Ciências Afins, p. 60 - 69, 2001/2002.

CURY, Marília Xavier. **Exposição: concepção, montagem e avaliação.** São Paulo: Annablume, 2006. 162p.

SILVA, Alessandra de Santana da; SILVA, Ludmila Nogueira da; SILVA, Marcos Vinicius de Oliveira da. Interdisciplinaridade nos museus de ciências. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 81992-82000, 2020.

DAVINI, Eduardo J. Vieira. **Daltonismo.** [S.l.] [2016]. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/saude/daltonismo/>> Acesso em: 27 fev. 2023.

DE ASSIS, Viviane Santos; DOS SANTOS, Lenalda Dias; CRUZ, Maria Clara Pinto. COR COMO CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO DE TRANSIÇÃO ELETRÔNICA SEGUNDO O MODELO ATÔMICO DE BOHR.

DE FARIA, Greice Cristina Santos; JUNIOR, Pedro Miranda. Experimentação no ensino de química: a luz dos elementos terras raras. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, 2021.

DELISLE, Robert; OLIVEIRA, Vitor. Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas. Porto: ASA, 2000.

ELIAS, A. Juliano; CARVALHO, Andréa C.; MÓL, Gérson S. O escorpião fluorescente: Uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 39, p. 286-290, 2017.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: Visões culturais e epistemológicas. In: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2 ed., 2013. p. 21-27.

FERRARO, José Luís Schifino. **Museus e Interdisciplinaridade.** Revista Contexto & Educação, v. 29, n. 93, p. 243-259, 2014.

FERREIRA, Bruna; GOUVÊA, Silva, LEONAN; Silva, Camila; MARUYAMA, José; Oliveira, Luiz; MARQUES, Clelia, Oliveira, Olga. **A interdisciplinaridade em uma atividade de um museu de ciências.** Sociedade Brasileira de Química (SBQ) 37a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – 2014

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, RC de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FRANCISCO JR, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Sala de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 4, n. 30, p. 34-41, 2008.

FREITAS, Aline C.; ROSSATO, Juliana M.; ROCHA, João BT. Entendendo a dureza e qualidade d'água através da Aprendizagem Baseada em Problemas. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, Santa Catarina**, v. 11, 2017.

GALHARDI, Elizabeth de Oliveira. **Atividades experimentais para os anos iniciais do ensino fundamental**: Uma proposta de adequação dos módulos de Óptica da exposição NeuroSensações. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Educação e Divulgação Científica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Mesquita, Cidade, RJ, 2017.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GRUZMAN, Carla; DE SIQUEIRA, Vera Helena. **O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, V. 6, n. 2, 402-423, 2007.

HERREID, C.F. **What makes a Good case?** *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998a.

IFRJ. **Apresentação IFRJ campus Mesquita**. Disponível em: <https://portal.ifrj.edu.br/node/5781>. Acesso em: 10 abril. 2022.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio: Imago Editora Ltda., 1976.

JOSÉ, Mariana Aranha Moreira. Interdisciplinaridade: as disciplinas e a interdisciplinaridade brasileira. In: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2 ed., 2013, p. 91-102.

KANASHIRO, Milena. A Cidade e os Sentidos: Sentir a Cidade. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 7, p. 155-160, 2003.

KLEIN, Ana Maria. O uso da aprendizagem baseada em problemas e a atuação docente. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and humanities research medium**, p. 288-298, 2013.

KÖPTCKE, Luciana Sepúlveda. **Analisando a dinâmica da relação museu - educação formal**. In: **Cadernos do Museu da Vida: o formal e o não formal na**

dimensão educativa do museu. Rio de Janeiro: Museu da Vida / Museu de astronomia e Ciências Afins, p. 16 - 24, 2001/2002.

LIPORACE, Ariana, TAMIASSO-MARTINHON, Priscila, ROCHA, Angela Sanches, SOUSA, Célia. Colorindo o ensino de química: o efeito da cor no aprendizado de Química. **Revista Scientiarum História**, v. 1, p. 6-6, 2018.

LOPES, Renato Matos., SILVA FILHO, M. V., MARSDEN, M.; ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica.** Química Nova, v. 34, p. 1275-1280, 2011.

LOPES, Renato Matos; SILVA-FILHO, V. M.; ALVES, G. N. **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores.** Rio de Janeiro: Publik, 2019.

MARANDINO, Martrha. Museus de Ciências como Espaços de Educação In: **Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna.** Belo Horizonte: Argumentum, 2005, p. 165-176.

MARIANO, Beatriz Oliveira. **Educação e Promoção em Saúde na Exposição Neurosensações do Espaço Ciência Interativa:** uma possibilidade de inserção. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Educação e Divulgação Científica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Mesquita, Cidade, RJ, 2016.

MARTINS, Daniel de Guarçoni. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas articulada à atividade experimental problematizada:** ensino de química no contexto CTSA do sódio. 2020. Dissertação (Mestrado) – Instituto federal do Espírito Santo- Campus Vila Velha, 2020.

MARTINS, Guilherme BC; SUCUPIRA, Renata R.; SUAREZ, Paulo AZ. A Química e as Cores. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015.
MASSARANI, Luísa; MOREIRA, Ildeu de Castro. **Um olhar sobre os museus de ciência.** Ciência e Cultura, v. 62, n. 1, p. 4-5, 2010.

COSTA, L. Michelle; DA SILVA, R. Roberto da. **Ataque à Pele.** Química Nova na Escola, nº 1, MAIO 1995, p. 3 – 7.

MOREIRA, Carla Andrea; MILANELO, Miriam. *Estudo de caso: 'Elas são ninjas?'*. In: QUEIROZ, Salete Linhares; CABRAL, Patrícia Fernanda de Oliveira (orgs). **Estudos de caso no ensino de ciências naturais.** São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016.

MORGADO, Sofia; LEITE, L., DOURADO, L., FERNANDES, C., Silva, E. ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E ENSINO TRADICIONAL: um estudo centrado em " transformação de matéria e de energia". **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, p. 73-98, 2016.

NERY, Ana Luíza Petillo; FERNANDEZ, Carmen. Fluorescência e estrutura atômica: experimentos simples para abordar o tema. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 19, p. 39-42, 2004.

PAVÃO, A. C.; LEITÃO, A. Hands-on? Minds-on? Hearts-on? Social-on? Explainers-on? In: MASSARANI, L. (Org). **Diálogos & Ciência**: mediação em museus e centros de Ciência. Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2007. p. 40-47

PEREIRA, Clarisse Ferrão; AFONSO, Ricardo Alexandre; SANTOS, Maurilio José dos; ARAÚJO, Carlos Augusto Lucena de; NOGUEIRA, Márcio. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)–Uma proposta inovadora para os cursos de engenharia. **Simpósio de Engenharia de Produção–XIV SIMPEP 2007**.

QUEIROZ, Salete Linhares; CABRAL, Patrícia Fernanda de Oliveira (orgs). **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016.

ROSA, Manoel dos Santos; LEÃO, Marcelo Franco. Aprendizagem Baseada em Problemas e o Ensino de Ciências: Levantamento da produção científica publicada no ENPEC. **Pesquisa em Foco**, São Luís, vol. 24, n. 1, p. 83-102. Jan./Jul. 2019 ISSN: 2176-0136.

RETONDO, Carolina Godinho; FARIA, Pedro. **Química das sensações**. Átomo, 2008.

RIBEIRO, Suellen Cristine Isidoro. **Por dentro da exposição Neurosensações do Espaço Ciência Interativa**: uma análise de suas potencialidades e limites. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Educação e Divulgação Científica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Mesquita, Cidade, RJ, 2016.

ROSSIERI, Renata Aparecida; GOYA, Alcides. Motivação, aprendizagem e avaliações acadêmicas a partir de uma sequência didática. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <XI ENPEC :: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (abrapec.com)> Acesso em: 27 fev. 2023.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudos de Casos no Ensino de Química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n.36, set/dez. 2007.

SANTOS, Grizélia Gislane Bezerra. **Explorando a Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2010.

SANTOS, Carolina Barbosa dos. **A Óptica da Visão para Formação de Professores de Ciências: oficinas temáticas baseadas em uma exposição de Neurociências**. 2020. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Avançado Nilópolis – RJ, 2020.

SAVERY, J. R. (2006). **Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. Interdisciplinary**. Journal of Problem-Based Learning. 2006, p. 9-20.
SILVA, Angélica de Freitas. **A Abordagem do Modelo Atômico de Bohr Através de Atividades Experimentais Utilizando o Método da Fluorescência**. 2017. Monografia (Licenciatura em Química) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes – RO, 2017

SILVA, Giovanna Stefanello; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; BRAIBANTE, Hugo Tubal Schmitz; PAZINATO, Maurícius Selvero; TREVISAN, Marcele Cantarelli. **Oficina temática: uma proposta metodológica para o ensino do modelo atômico de Bohr**. Ciência & Educação (Bauru), v. 20, n. 2, p. 481-495, 2014.

SILVA, Gilson Antunes da; AROUCA, Maurício Cardoso; GUIMARÃES, Vanessa Fernandes. As exposições de divulgação da ciência. In **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. MASSARANI, L.; MOREIRA, I.C. e BRITO, F. (Org). Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Forum de Ciência e Cultura, 2002.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um Método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo**. Holos, v. 5, p. 182-200, 2015.

TRINDADE, Fernandes Diamantino. Interdisciplinaridade: Um novo olhar sobre as ciências. In: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2 ed., 2013. p.71 – 87.

VAN DER VLEUTEN, Cees PM; SCHUWIRTH, Lambert WT. Assessment in the context of problem-based learning. **Advances in Health Sciences Education**, v. 24, n. 5, p. 903-914, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10459-019-09909-1>. Acessado em: 18/02/2023.

WELTER, Letícia; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; KRAISIG, Ângela Renata. Estudo de Caso no Ensino de Química relacionado à temática sementes. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2 (esp), p. 222-236, 2018.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; ANDRADE, Mariana Aparecida Bologna Soares de; MASTELARI, Tânia Belizario; VAGULA, Edilaine. **Ensino por investigação e aproximações com aprendizagem baseada em problemas**. Debates em Educação, Alagoas, v. II, n. 25, set./dez. 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n25p222-239>. Disponível em:

<http://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/7740>. Acesso em: 25 maio. 2022

APÊNDICE A

ORIENTAÇÕES PARA EXECUÇÃO DA ABP

PASSOS METODOLÓGICOS	DESENVOLVIMENTO
1-Ler o Problema, identificar as informações fornecidas (cenário do problema) e o que cada um dos membros do grupo possui de conhecimentos prévios sobre a temática em questão.	Apresentação da situação-problema aos estudantes. Identificação dos termos desconhecidos ou não muito claros, sendo o significado destes esclarecidos pelo grupo rapidamente ou levado à problematização.
2-Identificação dos problemas propostos pelo enunciado.	Os estudantes, de posse das informações necessárias, agora devem identificar quais fenômenos devem ser explicados, e listá-los.
3-Gerar hipóteses para explicar/resolver o problema central identificado na situação em questão;	Neste momento, de posse das informações anteriores, os estudantes devem formular suas hipóteses, ou seja, quais as possibilidades frente àquilo que sabem, para que o problema seja resolvido, com cada membro dando a sua contribuição, considerando os conhecimentos prévios existentes de cada membro.
4-Resumo das Hipóteses.	Aqui, após o surgimento das várias hipóteses, o grupo deve filtrar as mais promissoras e organizá-las de forma resumida e sistemática, a fim de otimizar o tempo na pesquisa.
5-Identificar as informações que julgarem necessárias (identificar deficiências ou “lacunas” de aprendizagem) para resolver a questão levantada, através de uma formulação dos objetos de aprendizagem.	Neste ponto, após definir as hipóteses, o grupo deve identificar o que deverá estudar para aprofundar os conhecimentos incompletos formulados nas hipóteses explicativas.
6 – Busca de informações, através de estudo individual e autodirigido, dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizagem, que serão pesquisadas para que, mais tarde, sejam partilhadas e discutidas com outros integrantes do grupo.	Esta é a parte individual do trabalho. Aqui, cada membro do grupo que ficou responsável por uma ou mais tarefas, deve pesquisar sobre o tema, ou executar a ação que lhe foi solicitada. É neste momento que os estudantes adquirem novas informações e complementam as que já possuem para solucionar a situação-problema.

<p>7 – Retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema e compartilhamento no grupo dos novos conhecimentos e resolução do caso.</p>	<p>Por fim, os alunos voltam a se reunir, socializando as informações, que deverão debatidas, avaliadas, fundamentadas na bibliografia encontrada, até que o grupo alcance uma ou mais novas conclusões. Se o problema for resolvido a contento, o grupo redige um relatório final com a solução. Se isso não ocorre, um novo ciclo se inicia.</p>
--	--

Fonte: (Borochovicus e Tortella, 2014; Carletto, 2016 e Lopes, Filho e Alves, 2019)