

# APLICAÇÃO DE PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES ENVOLVENDO FENÔMENOS ÓPTICOS NO ENSINO MÉDIO

## APPLICATION OF INTERDISCIPLINARY PRACTICES INVOLVING OPTICAL PHENOMENA IN HIGH SCHOOL

Regiani Natalli Azevedo  

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

✉ [regianismi@hotmail.com](mailto:regianismi@hotmail.com)

Paulo Rodrigo Stival Bittencourt  

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

✉ [paulob@utfpr.edu.br](mailto:paulob@utfpr.edu.br)

**RESUMO:** O ensino das Ciências Naturais abrange os componentes curriculares Física, Química e Biologia e, obviamente, todos integrados às demais disciplinas do currículo escolar. No entanto é possível observar grandes lacunas entre o Ensino de Química e o Ensino de Física, considerando que ambas são disciplinas que se complementam nos conceitos abordados, possuindo assuntos e conteúdos similares ou relacionados a um mesmo fenômeno e que, na maioria das vezes, são abordados com diferentes enfoques. Este trabalho mostra os resultados de uma proposta de sequência didática interdisciplinar entre Química e Física, desenvolvida dentro do viés da pesquisa-ação, onde a professora regente é a pesquisadora e responsável pela implementação da mesma, em um colégio estadual do Município de São Miguel do Iguazu-PR, tendo como tema central os fenômenos ópticos, valendo-se das teorias da aprendizagem significativa, fazendo uso de atividades experimentais de natureza investigativa, na tentativa de desenvolver estratégias didáticas que possam proporcionar ao estudante uma visão integral e globalizada do tema estudado, bem como buscar meios para permitir ao mesmo protagonizar a própria aprendizagem. O desenrolar do trabalho indicou que as atividades experimentais associadas às discussões, elaboração de hipóteses e análise de dados, dentro de uma problematização e de caráter investigativo, amplia a abrangência conceitual, contextualizando, aproximando o conhecimento transmitido na escola com o cotidiano do estudante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividades Experimentais. Interdisciplinaridade. Fenômenos Ópticos. Aprendizagem Significativa.

**ABSTRACT:** The teaching of Natural Sciences covers the curricular components of Physics, Chemistry and Biology and all of them are integrated with the other subjects of the school curriculum. However, large gaps can be observed between the teaching of Chemistry and the teaching of Physics, considering that both are subjects that complement each other in the concepts addressed, having similar subjects and contents or related to the same phenomenon and that, in most cases, are addressed with different approaches. This work shows the results of a proposal for an interdisciplinary didactic sequence between Chemistry and Physics, developed within the framework of action research, where the regent teacher is the researcher and responsible for its implementation, in a state school in São Miguel do Iguazu – Paraná state - Brazil, having as a central theme the optical phenomena, using the theories of meaningful learning, making use of experimental activities of an investigative nature, in an attempt to develop didactic strategies that can provide the student with a comprehensive and global view of the subject studied, as well as seeking ways to allow him to lead his own learning. The

development of the work indicated that the experimental activities associated with discussions, elaboration of hypotheses and data analysis, within a problematization and investigative character, expands the conceptual scope, contextualizing, approaching the knowledge transmitted in school with the student's daily life.

**KEYWORDS:** Experimental activities. Interdisciplinary. Optical Phenomena. Meaningful learning.

## Introdução

A área de Ciências da Natureza tem como função primordial a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, possibilitando a apropriação de conceitos, procedimentos, teorias e linguagens pertinentes a ela. Nesse viés, a interação com as outras áreas do conhecimento favorece discussões sobre temas que envolvam ética, política, questões socioculturais e econômicas e direciona o ensino na formação integral do cidadão (Brasil, 2013).

Analisando o contexto histórico da educação, Fazenda (2008) diz que as atividades e contribuições das disciplinas se acumulam por justaposição, não se somam por integração e convergência. Desta forma, os estudantes vivenciam a aprendizagem como se os saberes fossem estanques e de fontes isoladas entre si. Todavia, as disciplinas são campos do conhecimento com seus próprios quadros teóricos conceituais e, a partir das disciplinas, as relações interdisciplinares podem acontecer quando conceitos e teorias de uma disciplina auxiliam no entendimento de um conteúdo de outra (Paraná, 2008).

Dentro deste contexto, Theisen (2007) afirma que a interdisciplinaridade é um movimento de articulação entre o ensinar e o aprender, uma vez que se produz como atitude e modo de pensar. Para Zabala (1998), o processo de aprendizagem acontece de modo contínuo e dinâmico de maneiras diferentes para cada indivíduo. E continua afirmando que, as diversas correntes da psicologia, concordam que a aprendizagem depende em grande parte das experiências vividas, de motivações, interesses, da forma e o ritmo de aprendizagem segundo as capacidades individuais de cada indivíduo. Ainda, é muito complexo definir o grau de conhecimento e a avaliação apropriada para cada um, de forma que os estudantes se sintam estimulados e se empenhem, o que não deve impedir os docentes de buscar intervenções mais apropriadas às necessidades dos educandos.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõem a mudança de postura do professor tendo em vista a realidade social, o interesse e as necessidades de formação para o trabalho e cidadania dos indivíduos que frequentam a escola pública (Brasil, 2013), há de se buscar metodologias dinâmicas para atender a estas demandas. Neste sentido, a sequência didática foi elaborada com atividades experimentais interdisciplinares de natureza investigativa, dentro dos pressupostos da aprendizagem significativa, direcionadas aos professores do Ensino Médio de Química visando desenvolver encaminhamentos que possam suggestionar o professor atuante em Ensino Médio na dinamização de sua prática docente, bem como despertar interesse do aluno mostrando a importância do desenvolvimento científico para a sociedade.

O artigo está organizado em quatro seções. A primeira apresenta os referenciais teóricos relacionando a interdisciplinaridade com as Teorias da Aprendizagem Significativa (TAS) e como as Atividades Experimentais Investigativas (AEI) podem servir de encaminhamento metodológico para o processo de ensino e aprendizagem. Ainda na primeira seção, é apresentado um breve histórico da evolução do conceito de átomo desde a Física Clássica de Newton até a origem da Física Quântica. A segunda seção apresenta a metodologia de aplicação da sequência. A terceira relata resumidamente a aplicação da sequência didática e discussões de cada etapa. A quarta seção se encarrega das considerações finais.

## Referencial Teórico

A Grécia antiga possuía um programa de ensino em gramática, dialética, geometria, música e astronomia, que quando articuladas complementavam-se em um saber único. Todavia, na Idade Moderna, com o Renascimento, a unidade se desintegra em saberes específicos e então surgem as disciplinas cujo perfil se aproxima muito do que temos hoje, trazendo conhecimentos mais especializados. Entretanto, a fragmentação do conhecimento no ensino, nesses moldes, pode acarretar distorções da visão em se tratando da totalidade (Brasil, 2013d).

Para Fazenda (2008), a interdisciplinaridade é a relação de pelo menos duas disciplinas entre si. Contudo, é preciso diferenciar a interdisciplinaridade científica da escolar. A primeira tem a função de construção de novos conhecimentos para suprir as demandas sociais e a segunda de difundir o conhecimento por meio da integração das aprendizagens pela relação do indivíduo com o mesmo. Desta forma, o saber é resultado da ação histórica de seres humanos que atuam de forma coletiva dentro de uma perspectiva holística. Esta construção é válida dentro da pesquisa científica e tanto quanto dentro do ensino.

*Quando se coloca a questão da interdisciplinaridade, pensa-se logo num processo integrador, articulado, orgânico, de tal modo que, em que pese as diferenças de formas, de meios, as atividades desenvolvidas levam ao mesmo fim. Sempre uma articulação entre totalidade e unidade (Fazenda, 2008, p. 42)*

A globalização se caracteriza por mudanças organizacionais, tecnológicas, econômicas, culturais e sociais que trouxeram uma nova forma de gestão do conhecimento motivada pelos avanços científicos e das telecomunicações. Neste cenário, a educação se volta para a capacidade de refletir, onde a capacidade de analisar é mais importante do que a instrução. Então, configura uma educação centrada nos processos coletivos de construção do saber e no desenvolvimento do conhecimento interdisciplinar. Identifica-se neste conjunto de elementos das novas pautas educacionais, o conhecimento sempre em construção, sendo este de natureza construtivista. (Moraes, 2002)

A concepção construtivista afirma que a estrutura cognitiva se configura por uma rede de esquemas de conhecimentos. Estes são as representações que um indivíduo possui sobre algum objeto de conhecimento. Com o passar do tempo, os esquemas são modificados e se tornam mais complexos e ajustados à realidade. Este processo depende do nível de desenvolvimentos e dos conhecimentos prévios adquiridos (Zabala, 1998). Dentro desta perspectiva, se enquadram os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, pois afirma que o sujeito é o elemento estruturante do seu conhecimento e a aprendizagem é um processo construtivo e reconstrutivo onde a mente deve estar ativa a associar o novo conhecimento a ideias subsunçoras já existente (Valadares, 2011). As diretrizes da TAS foram elaboradas na década de sessenta (séc. XX), pelo psicólogo David P. Ausubel, contudo, continuam atuais para auxiliar na superação das dificuldades dos processos de ensino e aprendizagem e consistem em propostas psicoeducativas, valorizando o conhecimento prévio, denominado por ele de “subsunçor” (Moreira, 2012). A teoria de Ausubel reúne as condições que ajudam pensar e a estabelecer conexões entre conceitos e sua estrutura, afim de relacionar diferentes campos do conhecimento (Belluzzo, 2007). Ausubel ainda afirma que para aprender é preciso reconfigurar e ampliar o conhecimento prévio a fim de dar significado a um novo conhecimento, que pode ser adquirido por descoberta ou que é apresentado ao estudante.” Assim, o conteúdo a ser aprendido precisa ser ancorado a um subsunçor para dar sentido a aprendizagem, caso contrário, a aprendizagem é temporária e mecânica (Silva & Rodrigues, 2017).

O processo de aprendizagem ocorre de fato quando o aluno tem disposição de aprender, ou seja, que a sua estrutura cognitiva possua ideias-âncora importantes para relacionar, diferenciar e integrar conceitos. Nesta mesma perspectiva, o material usado deve ser potencialmente

significativo, ter significado lógico para o aprendiz. A diferenciação progressiva é o processo de reestruturação de um subsunçor a partir de novos conhecimentos. Quando acontece um aprofundamento maior, eliminando diferenças, resolvendo inconsistências e integrando conceitos, admite-se que ocorreu a reconciliação integradora (Tavares, 2004). A diferenciação progressiva e reconciliação integradora ocorrem simultaneamente dentro da aprendizagem significativa. O esquecimento pode acontecer se um determinado conhecimento não é constantemente reforçado, mas não é um esquecimento completo, restando a significação, o que facilita o restabelecimento da estrutura cognitiva num momento futuro (Moreira, 2013).

Em atividades colaborativas o professor pode ser o mediador da troca e negociação de significados, sendo que a aula expositiva pode ser usada como recurso para a aprendizagem significativa e destaca como estratégias os mapas conceituais (Moreira, 2012). Por sua vez os mapas mentais são mais simples e intuitivos, técnica desenvolvida pelo Psicólogo Tony Buzan nos anos 70, e consistem numa forma de organizar e registrar o pensamento de forma não linear e criativa, isto é possibilitar a aprendizagem de diversos conceitos ligados a um mesmo tema ou, possibilitar rastrear o pensamento estruturado em múltiplas conexões.

A técnica do mapeamento conceitual desenvolvida na década 70 por Joseph Novak, foi baseada nas TAS de Assubel (Belluzzo, 2007). Essa técnica caracteriza-se por serem diagramas que relacionam e hierarquizam conceitos, significados ou palavras que nomeiam conceitos, sem fazer classificação dos mesmos, podendo seguir ou não um modelo hierárquico. As Proposições dentro dos mapas conceituais consistem basicamente de dois conceitos ligados e de uma palavra-chave sobre a linha que os liga, evidenciando a relação entre eles, porém eles não são autoexplicativos, o autor do mapa deve fazer este papel. Não existem regras a seguir para a criação de um mapa conceitual, desde que destaque conceitos ou relações entre eles dentro de um contexto, promovendo uma visão geral do tema (Moreira, 2012). O aluno pode usar esse recurso para analisar artigos, trechos de livros, atividades experimentais de laboratório, romances, entre outros (Novak & Cañas, 2010).

O uso de mapas conceituais são estratégias para organizar os conhecimentos conforme a diferenciação progressiva se processa. Mas qual é a contribuição da atividade experimental para a aprendizagem? A resposta pode ser simplesmente para compreensão dos fenômenos como um receituário, onde se espera atingir os resultados previstos e a prática torna-se ilustrativa do assunto estudado. Já as atividades que reproduzem fenômenos presentes no cotidiano do estudante podem ser consideradas potencialmente significativas, apresentando a possibilidade de que o estudante relacione os subsunsores da estrutura cognitiva com as novas informações apresentadas no experimento. Zabala (1998), concordando com as Proposições da TAS, afirma que “[...] a situação de aprendizagem pode ser concebida como um processo de comparação, de revisão e de construção de esquemas de conhecimentos sobre os conteúdos escolares” (Zabala, 1998, p. 201)

Desta forma a relação entre ensino e aprendizagem infere que o ensino tem que estabelecer ligações essenciais e não-arbitrárias entre os novos conteúdos a ser aprendidos e o conhecimento prévio quanto permita a situação.

A atividade experimental que tem maior possibilidade de resultar em aprendizado é aquela em que o professor tem a habilidade de problematizar a situação, explorar dados e contextualizar com a realidade. A experimentação de caráter investigativo deve partir de uma situação problema e tem a função de desenvolver as habilidades de reflexão, elaboração de hipótese e argumentação em situações nas quais se faz necessário ter controle e prever fenômenos. Nesta perspectiva, o estudante relaciona conhecimentos prévios com a prática para chegar a conclusões. O professor é o mediador e facilitador, fornecendo informações, questionando, orientando nos procedimentos e verificação de dados (Guimarães, 2009). Da mesma forma Gonçalves e Goi (2021) afirmam que as ATI são estratégias pelas quais os professores podem se

aproveitar para tornar o ensino mais interessante, permitindo que o aluno atue dentro do processo, argumentando elaborando e defendendo hipóteses.

Ao planejar AEI alguns aspectos são relevantes como, determinar com clareza os objetivos a serem alcançados, definir a situação problema inicial, investigar o que os estudantes sabem a respeito do assunto a ser estudado, definir a informações e hipóteses requisitadas aos alunos e, finalmente, definir e aplicar a atividade experimental, que pode ser demonstrada pelo professor ou realizada pelos alunos, com ênfase à análise dos aspectos observados, registro dos resultados e conclusões, bem como a aplicação dos novos conhecimentos (Souza, 2013).

Para tanto é necessário um breve relato da construção histórica desses saberes que foram alcançados por grandes cientistas, desde Newton até o nascimento da Física Quântica.

Em 1666, Isaac Newton, na decomposição da luz branca através de um prisma, supôs que a luz seria formada por partículas em alta velocidade. Entretanto, Cristian Huygens, em 1678, afirmava o caráter ondulatório da luz (Okumura, Cavalheiro & Nóbrega, 2004). Ele comparava a luz aos fenômenos sonoros. Como o som não atravessa o vácuo admitia-se que a luz do sol chegasse à Terra a partir de um meio material sutil, denominado éter luminífero (Einstein & Infeld, 2008).

Em 1786 David Rittenhouse iniciou a construção de grades de difração, o que possibilitou o desenvolvimento dos primeiros espectroscópios por Joseph Fraunhofer e um grande salto no estudo da natureza da luz (Okumura, Cavalheiro & Nóbrega, 2004). Fraunhofer constatou a presença de centenas de linhas escuras no espectro solar poderia determinar a sua composição (Filgueiras, 1996).

Em torno de 1860, Maxwell criou a teoria de que a luz seria composta por ondas eletromagnéticas, fato este que poderia derrubar a teoria da existência do éter luminífero. A partir dos experimentos de Albert A. Michelson (1852-1931) e Edward W. Morley sobre a velocidade de propagação da luz e os físicos admitiam a ideia de propagação da luz sem a necessidade de um meio material, reforçando assim a concepção ondulatória da luz e passando do conceito de éter ao conceito de campo (Brennam, 2000).

Uma questão ainda não estava respondida, qual a relação das linhas espectrais com a energia nos fenômenos de emissão e absorção dos elementos? Na época um dos modelos propostos para o átomo de hidrogênio seria de um elétron girando ao redor do núcleo. Contudo, a teoria do eletromagnetismo alerta que uma carga acelerada perderia energia na forma de onda eletromagnética e colapsaria no núcleo. Outra justificativa seria de que o mesmo descreve órbitas estacionárias, sem absorver nem emitir energia (Einstein & Infeld, 2008). Ao submeter o hidrogênio em um tubo de baixa pressão com descargas elétricas, os elétrons sofrem uma transição indo para um nível de energia mais alto, no retorno ao orbital de menor energia ocorre a emissão de energia igual a diferença entre os dois orbitais, na forma de radiação eletromagnética que ao atravessar um prisma é decomposta, originando o espectro de hidrogênio (SALA, 2007). As propriedades da radiação emitida por diferentes elementos, como o comprimento de onda e o espectro de raios, permite a identificação do mesmo e comprova a existência de diferentes níveis energéticos ocupados pelos elétrons constituintes de cada elemento químico (Okumura, Cavalheiro & Nóbrega, 2004).

Johan J. Balmer conseguiu relacionar estes números nas emissões de hidrogênio com uma fórmula que dá os comprimentos de onda das linhas espectrais na região do visível, chamada de Série de Balmer, o que auxiliou Niels Bohr a elaborar seus postulados: um elétron em seu estado estacionário não ganha ou perde energia; ao ganhar energia, o elétron passa para um nível de maior energia, neste caso dizemos que o elétron está excitado, ou seja ao receber energia corresponde à diferença de energia de duas órbitas, vai absorver essa energia e vai para um estado de energia maior, porém este estado é instável e o elétron tende a retornar ao seu estado fundamental devolvendo exatamente a energia que recebeu, esse comprimento de

onda pode ser quantificado de acordo com a Equação de Balmer (Young & Freendman, 2008). Em 1887, Hertz provou que ondas luminosas e eletromagnéticas tinham as mesmas propriedades, confirmando as proposições de Maxwell. Porém, o efeito fotoelétrico, trouxe de volta a concepção corpuscular da luz. (Brennam, 2000).

No início do século XX a Alemanha produzia aço de excelente qualidade, assim os engenheiros das fundições desenvolveram técnicas de aferir a temperatura dos fornos a partir das radiações térmicas emitidas atravessando prismas ópticos, onde o uso de termômetros era descartado. Curvas experimentais foram construídas para caracterizar a radiação do corpo negro chegando a resultados que foram denominados de “a catástrofe do ultravioleta”, por teoricamente emitirem uma quantidade infinita de radiação de frequência elevada (Rocha, 2002).

Max Planck fez considerações sobre o comportamento da radiação de um corpo negro, chegando à conclusão de que a radiação era emitida em pequenos pacotes de energia ou quanta de energia, que só poderiam ser emitidos em números inteiros, nunca em frações de um quantum (Brennam, 2000). Cinco anos depois Albert Einstein confirmou a teoria de Max Planck ao explicar o efeito fotoelétrico, que seria a ejeção de elétrons da superfície certos metais quando atingidos por radiação ultravioleta. O coeficiente de emissão de elétrons depende da frequência da luz e não da sua intensidade, ou seja, emissão de alta frequência desaloja mais elétrons. Este fato só poderia ser explicado se a luz for considerada como quanta (Strathern, 1999). Einstein, em 1924, não via conexões entre o caráter ondulatório e corpuscular da luz, mas não tinha como abandonar as evidências da luz como onda eletromagnética, reconhecendo sua dualidade onda-partícula (Brennam, 2000).

Com o surgimento da teoria da dualidade da luz, o físico francês Louis Broglie estendeu este conceito para as partículas materiais como o elétron que possui essa dualidade. As ideias de L. de Broglie foram confirmadas com um experimento de difração com elétrons realizado por Clinton J. Davison e Lester A. Germer. A partir das descobertas L. de Broglie, o físico e matemático Erwin Schrödinger publicou uma equação de onda, cuja importância para o desenvolvimento da Física quântica foi fundamental (Rocha, 2002)

### Metodologia

Na tentativa de abranger o contexto da interdisciplinaridade, o trabalho de pesquisa foi desenvolvido dentro do viés qualitativo da pesquisa-ação, que se trata de pesquisa participativa, onde pesquisadores e participantes integram-se na busca da resolução de um problema que atinge a coletividade (Corrêa et al, 2018). É um método de pesquisa situado entre a prática rotineira e a pesquisa acadêmica, exigindo ação na área da prática e da pesquisa. No campo educacional a pesquisa-ação é usada para o desenvolvimento de educadores e pesquisadores na melhoria no processo de prática de ensino e investigação sobre ele. Sistematiza-se com as seguintes etapas de forma cíclica: planejamento para a melhoria de uma prática; ação para implementá-la; monitoramento e descrição dos efeitos; avaliação das mudanças da prática e dos efeitos da mudança (Tripp, 2005).

Para a construção do trabalho aqui apresentado foram confrontados os conteúdos dos Componentes Curriculares de Química e Física. A aplicação da sequência didática foi realizada pela professora regente de Química numa turma de escola pública, do terceiro ano do Ensino Médio, do período matutino, inicialmente com 24 alunos, utilizando 20 horas-aulas. Sendo que a regente de Física e a professora de Química, pesquisadora, ambas pertencentes ao Quadro Próprio do Magistério da mesma instituição, dialogaram sobre os conteúdos que poderiam ser abordados e se complementariam na periodicidade em que se encontrava a turma. Sendo acordado entre os regentes dos dois componentes curriculares, que seriam os conteúdos sobre óptica, relacionados aos modelos atômicos, especificamente ao modelo Bohr e as propriedades da matéria. A professora de Física aprofundou e complementou os conceitos dentro das

especificidades da Disciplina de Física, paralelamente à implantação da sequência didática que teve como questão inicial, “O que é a luz?”

A aplicação da sequência didática foi dividida em seis etapas, conforme o diagrama apresentado na Figura 1. Os estudantes foram separados em quatro grupos de 5 a 6 alunos, para desenvolver experimentos ligados aos conceitos estudados. Os mesmos grupos teriam que desenvolver mais um experimento, dentro da mesma perspectiva, para ser apresentado na sala de aula aos colegas e na Feira de Ciências, que seria o ponto culminante da Avaliação qualitativa da aplicação da sequência didática. As atividades experimentais foram baseadas em práticas já usadas e apresentadas dentro de trabalhos acadêmicos publicados, bem como o desenvolvimento de propostas experimentais diferenciadas pelos próprios estudantes no decorrer das etapas planejadas. As quatro primeiras etapas foram dedicadas aos estudos dos conceitos, montagem aplicação dos experimentos e tiveram uma duração de duas semanas cada etapa. Na quinta e sexta etapa houve a organização e apresentação da Feira de Ciências, distribuídas em duas semanas. Os registros da professora pesquisadora se deram com fotos, vídeos, gravação de voz e diário de bordo, e posteriormente transcritos. Segue a descrição resumida de cada etapa.

Figura 1: Cronograma de desenvolvimento da sequência didática.



Fonte: Autores

### Implementação da Sequência didática

**Primeira etapa:** Conteúdos: A natureza da luz e suas propriedades; reflexão, refração e dispersão.

**Objetivos:** Compreender os fenômenos luminosos: reflexão, refração e dispersão da luz; constatar as propriedades ondulatórias como frequência e comprimento de onda.

**Encaminhamentos metodológicos:** confecção de um mapa mental tendo como referência a palavra “luz”; leitura individual sobre as concepções de Newton e Huygens presente no Livro didático da disciplina de Física (SER PROTAGONISTA, 2013, p.236); discussões sobre os aspectos históricos apresentados no texto; aula expositiva sobre os fenômenos ópticos de reflexão, refração e dispersão e construção de um mapa conceitual sobre os mesmos; encaminhamento do grupo 1 para a apresentação do primeiro experimento.

O uso de mapa mental é uma estratégia que permite que se externalize o conhecimento prévio (Beluzzo, 2007).

O resultado do mapa mental é destacado na nuvem de palavras produzida com as respostas dos estudantes, conforme observado na Figura 2.

Figura 2: Nuvem de palavras obtidos pelo software *WordArt 2*.



Fonte: Autores

O termo mais utilizado, a palavra “SOL”, leva às inferências de que haja concepção de que o sol é fonte primária de luz. A seguir, os termos “claridade, luminosidade, energia” associam-se diretamente ao termo inicial. Posteriormente, os termos de menos uso remetem às consequências dos efeitos luminosos como “reflexo, visão, imagem, nitidez, cor, sombra”. Os termos “reações químicas e fogo” se associam e demonstram conhecimento científico adquirido no final do ensino fundamental e ensino médio sobre as reações químicas e a produção de energia. Da mesma forma, o termo “velocidade”, sugere que o estudante possui conhecimento mais elaborado ao relacioná-lo com o tema em questão. Nesta atividade o professor consegue sondar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do assunto.

Para finalizar esta etapa o grupo 1 apresentou um experimento baseado num vídeo da Série Manual do Mundo, “Como ver a tua voz”, que envolve as propriedades ondulatórias do som com a reflexão da luz (Foto 1).

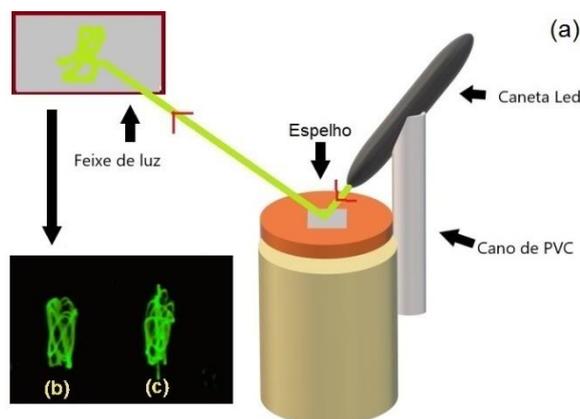
Foto 1: Montagem do aparato “Como ver a tua voz”.



Fonte: Autores

O aparato foi construído utilizando uma lata de chocolate em pó, tendo o topo e a base abertos, onde uma das bases foi encoberta com um balão de borracha, conforme a foto 1 e esquematizado na Figura 3. Um tubo de PVC de 1 polegada, com comprimento de 15 centímetros foi preso à lateral da lata com uma fita adesiva. Um corte em formato de V, foi feito no cano, de maneira a permitir acoplar uma lanterna de LED, com o propósito de incidir a luz sobre um espelho de 4 centímetros quadrados aderido ao balão, o esquema construído é apresentado na figura 3(a). Os estudantes produziam sons diversos no interior da lata, fazendo vibrar o balão e, conseqüentemente, produzindo imagens diferentes com a reflexão da luz da lanterna sobre a lousa, conforme figura 3(b) e 3(c). Para a apresentação da Feira de Ciências, os estudantes adaptaram o experimento conforme a criatividade do grupo, acoplando uma pequena caixa de som dentro da parte inferior da lata ao invés de simplesmente usar a voz.

**Figura 3:** Esquema (a) do aparato utilizado para a realização do experimento denominado “como ver sua voz” e Imagens produzidas com ondas sonoras de ritmos de (b) música clássica e (c) rock.



Fonte: Autores

A seguir a descrição de um trecho do questionamento realizado para a pesquisa durante a apresentação do experimento em sala:

**Professora-** Como vocês explicam estes efeitos da luz?

**Aluno 1** - O som é uma vibração material. A partir do ar as ondas sonoras se propagam chegando até os ouvidos. Assim que nós ouvimos. O som pode ser agudo ou mais grave. O som com maior frequência e uma vibração mais rápida é o som agudo.

**Aluno 2** - E o grave tem uma frequência menor, com vibrações mais lentas, mas é um som mais longitudinal.

No diálogo observou-se que houve uma associação errônea de frequência com velocidade de propagação do som. Quando o aluno diz que o som grave é longitudinal, está afirmando que o comprimento de onda é longo em relação ao agudo. O conceito foi revisto durante as conversas posteriores. Desta forma pode-se observar a possibilidade da avaliação formativa onde o conceito pode ser retomado e reconstruído com a articulação do professor. O experimento auxiliou na observação do fenômeno de reflexão, e os questionamentos acerca do mesmo possibilitaram a associação entre a frequência do som com a imagem formada, além de promover a possível associação do conhecimento prévio dentro da estrutura cognitiva com os resultados empíricos.

**Segunda etapa:** Conteúdo: Modelos atômicos.

**Objetivos:** Conceituar o que são modelos; compreender a evolução dos modelos atômicos iniciando pelo modelo de Dalton até o modelo de Bohr e a importância do desenvolvimento da Ciência para a humanidade.

**Encaminhamentos metodológicos:** confecção de um mapa mental para a palavra “modelo” com a intenção de relacionar a mesma como uma previsão ou hipótese; assistir ao filme: Tudo se transforma, história da Química, história dos modelos atômicos (CCEAD-PUCRIO, 2012); produzir coletivamente uma linha do tempo localizando a criação dos principais modelos atômicos, relacionando os fatos principais que levaram a tais modelos e quais foram as contribuições das ideias de Newton na construção teórica dos modelos atômicos; encaminhar o grupo 2 para a apresentação do segundo experimento na próxima aula.

As aulas expositivas sobre modelos atômicos foram precedidas da elaboração de um mapa mental tendo como tema central a palavra “modelo”, com o objetivo de dar início a um debate e esclarecer a importância dos modelos para o desenvolvimento científico. Moreira, et al. (2021) trata de a importância do professor associar os aspectos históricos e epistemológicos aos modelos usados para o desenvolvimento de conceitos científicos de modo a não desenvolver percepções equivocadas e ingênuas, pois as imagens não transmite um único sentido.

A confecção do mapa mental permitiu observar que a maioria dos alunos não associava a palavra “modelo” a uma ferramenta de investigação científica. Dentre os alunos, aproximadamente noventa por cento (90%) usou pelo menos um dos termos: demonstração, apresenta, mostra de algo novo, exemplo, amostra, representação.

O resultado leva ao entendimento de que “modelo” serve como ferramenta explicativa. Juntamente com estes termos, a maioria das palavras usadas nos mapas mentais fazem alusões à palavra “modelo” no cotidiano: beleza, moda, roupas, passarela, profissão, objetos, marca, carro, mulher, homem, entre outros. Um aluno usou estes dois únicos termos: “Uma explicação para algo que você não conhece” e “Uma amostra do que vai ser apresentado”. Outro aluno usou o termo “algo que não foi criado” sugerindo que “modelo” poderia ser um protótipo, que serve como ferramenta para previsão. Tanto a função explicativa como a preditiva são papéis importantes dos modelos no desenvolvimento científico (Adúriz-Bravo, 2012).

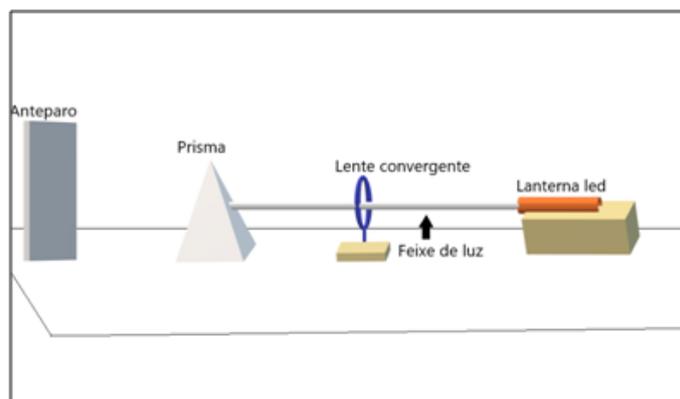
O segundo grupo ficou a cargo de pesquisar, demonstrar e apresentar o conteúdo que aborda o fenômeno da dispersão da luz.

A dispersão da luz ocorre no processo de dispersão de um feixe de luz policromática. Quando a luz branca atinge o prisma, muda de meio e sua velocidade de propagação também muda. Portanto, o índice de refração é uma característica do meio (Figueiredo & Pietrocola, 2008).

Ao realizar o experimento é importante que o professor faça uma sondagem dos conhecimentos de refração da luz, para que os questionamentos promovam a percepção de que os feixes de luz de cores diferentes têm propriedades ondulatórias e níveis de energia diferentes, o esclarecimento destes conceitos corrobora de maneira efetiva no estudo do Modelo Atômico de Bohr.

A princípio houve a demonstração usando uma vela acesa e um disco de acrílico. Posteriormente, o mesmo experimento foi realizado usando um prisma e uma lupa, conforme o esquema da Figura 3. A sala de aula foi parcialmente escurecida para que os efeitos fossem mais visíveis.

**Figura 3:** Esquemática para a montagem do experimento da dispersão da luz.



Fonte: Autores

Um trecho do diálogo realizado durante a apresentação do experimento é apresentado a seguir.

**Professora:** Retomando. A luz branca se decompõe em várias cores ao atravessar o prisma. Como se chama esse fenômeno?

**Aluno 1:** Dispersão.

**Professora:** Muito bem! Agora, se os feixes de luz possuem cores diferentes, a luz branca é formada pelas diversas cores. Elas têm propriedades diferentes, não tem? Que propriedades são essas que diferenciam as cores?

**Aluno 1:** A velocidade de propagação da luz?

**Professora:** O que mais? Além da velocidade de propagação?

**Aluno 2:** A frequência que ela chega até o prisma. Ao chegar ao prisma abrindo.

**Professora:** Mas, ela muda de frequência ao chegar ao prisma?

**Aluno 2:** Acho que sim.

**Aluno 1:** A velocidade de desvio de cada luz.

**Aluno 2:** Por que ela sofre maior desvio em relação às outras cores.

A transcrição da fala demonstra que houve divergências na compreensão pelos estudantes acerca dos conceitos de velocidade de propagação na mudança de meio, frequência relacionadas à luz. Alguns conceitos já haviam sido observados e discutidos com o primeiro grupo e no momento da apresentação deste, é possível perceber as falhas conceituais, pois neste caso o experimento permitia a observação da mudança de velocidade ao atravessar um meio diferente e o desvio sofrido por cada frequência de onda.

O fato de o aluno ter disposição para a aprender é relacionado à sua dedicação de relacionar, diferenciar e integrar conceitos para aprender com os que já estão em seu domínio cognitivo. Então, os conhecimentos prévios estabelecem relações conceituais com o que tem que ser aprendido facilitando a aprendizagem. Contudo, o estudante deve ter uma visão geral do objeto de estudo para depois diferenciar e relacionar significados, propriedades, critérios entre outros conceitos mais específicos (Tavares, 2004). A constante retomada dos conceitos, desde a primeira fase, corresponde à oportunidade de estabelecer conexões na aplicação dos experimentos e questionamentos acerca dos mesmos. Neste experimento foi importante chamar a atenção da turma quanto ao comportamento da luz de acordo com as ideias corpusculares de Newton, na percepção de que cada frequência tem um ângulo de refração diferente e como essas ideias podem ter influenciado Dalton ao elaborar seu modelo atômico (Filgueiras, 2004).

**Terceira etapa:** Conteúdos: Espectro eletromagnético e o modelo atômico de Bohr.

**Objetivos:** Compreender a relação do espectro da luz com as proposições de Bohr para a elaboração de um novo modelo atômico.

**Encaminhamentos:** retomada dos conceitos de onda, teoria corpuscular da luz de Newton e da teoria ondulatória da luz de Huygens; leitura e discussão sobre o artigo: A Espectroscopia e a Química da Descoberta de Novos Elementos ao Limiar da Teoria Quântica (FILGUEIRAS, 1996); apresentação do experimento com o disco de Newton, registrado no Foto 2.

O disco de Newton consiste em disco pintado com as cores na sequência da dispersão da luz branca, e ao girá-lo na tentativa de “unir” as cores resulta na cor branca, sendo um fenômeno antagônico à dispersão da luz branca.

Foto 2: Disco de Newton



Fonte: Autores

A seguir está descrito um trecho do diálogo durante a apresentação do experimento do disco de Newton.

**Professora** – Ao girar o disco de Newton nós vemos a “cor branca”, como isso pode acontecer?

**Aluno 1** - Porque quando nós giramos as sete cores que compõe o arco-íris, numa velocidade alta, as cores se sobrepõem sobre a retina dos nossos olhos e nós vemos o que seria a luz branca, formada pelas sete cores principais. Mas, não perfeitamente, por causa da pigmentação.

**Professora** – Quando o disco está parado, nós vemos várias cores. Certo? Como é possível distinguir essas cores?

**Aluno 3** - Porque cada cor tem uma frequência e a nossa visão interpreta de maneira diferente.

**Professora** – Explique-me melhor! Ela vem “por conta” até o nosso olho?

**Aluno 1** – Não, a luz é refletida.

**Professora** – Então é o fenômeno da reflexão?

**Aluno 1** – Isso.

No trecho descrito pode-se observar a importância do conhecimento prévio para integrar um novo conceito, pois o novo conhecimento tem como base o que foi estudado nas etapas anteriores. O grupo demonstrou ter compreendido muito bem a relação das cores dos objetos com o fato da absorção ou reflexão de determinada frequência de luz. A experimentação permitiu a observação e análise de aspectos diversos, conclusões associada aos conhecimentos que já estavam sendo disseminados de diversas maneiras e aplicação de novos conhecimentos. Para compreender o modelo de Bohr se fazia necessário compreender que as ondas eletromagnéticas se diferenciavam por sua frequência e comprimento de onda. Bem como os espectros de luz permitiram a identificação dos elementos químicos.

**Quarta etapa:** Conteúdo: Fenômenos de luminescência.

**Objetivos:** retomar os conceitos de espectro eletromagnético e de modelos atômicos; compreender os fenômenos de luminescência a partir do modelo atômico de Bohr.

**Encaminhamentos metodológicos:** apresentação do experimento sobre a luz negra; aula expositiva sobre a interpretação do modelo atômico de Bohr; apresentação de um breve histórico do início da Física Quântica.

O último grupo ficou a cargo de discutir o efeito da radiação emitida por uma lâmpada de luz negra, confeccionada com uma lâmpada incandescente de filamento de tungstênio de 60 Watts

revestida com papel celofane ou balão azul e rosa. No diálogo, manteve-se a tentativa de instigar os estudantes a responderem ou compreenderem que a radiação ultravioleta não pode ser percebida pela visão do ser humano e a aplicação do modelo de Bohr para explicar os fenômenos de luminescência. Observar o efeito da lâmpada por aproximação de outros materiais que tenham propriedades fluorescentes, como por exemplo: água com suco de limão e solução com água sanitária (Foto 3)

**Foto 3:** Materiais fluorescentes expostos à lâmpada de luz negra.



**Fonte:** Autores

Segue um trecho da transcrição do diálogo durante a aula.

**Professora** – Qual “relação” tem a luz ultravioleta com os nossos sentidos?

**Aluno de outro grupo** – A gente não enxerga.

**Professora** - Exatamente! O nosso olho não tem capacidade de enxergar a radiação ultravioleta.

**Professora** – Por que a lâmpada foi pintada ou revestida com papel celofane azul e rosa. Qual a função do revestimento?

**Aluno 1**- Para a luz visível não atravessar?

**Professora** – Isso! E o que consegue atravessar então?

**Alunos** –... o ultravioleta.

**Professora:** Qual a diferença entre fluorescência e fosforescência?

**Aluno**- É aquele desenho do quadro (se refere ao modelo de Bohr representado na lousa). O elétron da última camada pula para o outro nível. E daí, quando...

**Professora** – Quando retorna...

**Aluno** - Daí emite a luz. E daí, quando fluorescência, se desliga a fonte de energia ele desliga na hora. E por conta da fosforescência eles demoram mais para os elétrons rodarem e daí se desliga da fonte de energia, eles podem ficar por mais horas ligado.

Neste último trecho da transcrição, o estudante tentou aplicar o modelo de Bohr para explicar as diferenças entre fosforescência e fluorescência. Nesta etapa da sequência didática, acredita-se que o mesmo já saiba que o espectro eletromagnético é composto em sua maior parte por ondas que não são captadas pelo olho humano e o modelo de Bohr consegue explicar que pelo excitação de elétrons é possível a emissão de luz visível ao receber ultravioleta. Visto que pode ser observado no experimento e em situações diversas do cotidiano, como por exemplo a necessidade de filtro solar mesmo em dias nublados.

No final da quarta etapa, um mapa conceitual coletivo foi construído tendo como base todo o material desenvolvido durante as aulas teóricas e práticas, conforme representado na Figura 4.

Nesta etapa houve a reconciliação integradora onde são recriadas as relações conceituais como forma de integrar os significados mais relevantes (MOREIRA, 2012). O objetivo da construção desse mapa foi consolidação dos conteúdos estudados.

**Figura 4:** Mapa conceitual construído ao final da apresentação das discussões sobre os experimentos.



Fonte: Autores

**Quinta etapa:** Neste momento os estudantes organizaram todos os materiais, testaram os experimentos e as apresentações que foram feitas durante a feira de Ciências que foi intitulada “Mistérios da Luz”, para toda a comunidade escolar.

**Sexta etapa:** Apresentação da Feira de Ciências.

**Objetivo** desenvolver as capacidades de cooperação, empatia e oratória. A feira de Ciências foi o momento em que os estudantes tiveram a oportunidade de externar os conhecimentos adquiridos durante as aulas expositivas, com a participação na execução dos experimentos e pesquisas realizadas. Para esta etapa tiveram a liberdade de escolher um outro experimento para apresentar concomitantemente, desde que relacionado com ao assunto estudado. Segue abaixo alguns recortes das apresentações.

### Grupo 1 na Feira de Ciências

Apresentaram a dispersão da luz por um prisma e um simulador de fibra óptica.

**Aluno 1:** Como os colegas falaram, o som é dividido por vibrações. Vibrações mais lentas correspondem ao grave. O grave é um som que tem maior comprimento de onda, como vocês puderam ver lá (mostra a parede onde foi projetada a imagem).

**Aluno 2:** O som agudo possui um comprimento de onda menor, mas uma frequência maior, como deu pra observar ali (o aluno se referiu à projeção).

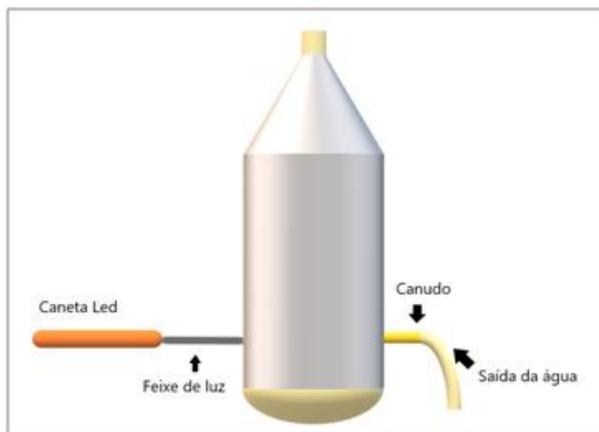
As fibras ópticas funcionam pelo fenômeno de reflexão total, que consiste na refração da luz onde a mesma percorra na direção de um meio com índice de refração menor e, ao incidir em um ângulo oblíquo no limite entre os dois meios, é refletida consecutivamente, de acordo com a Lei de Snell-Descartes. Um aprofundamento sobre a Lei não pertencia ao escopo do trabalho.

O simulador consistiu em uma garrafa pet onde foi introduzido um canudo totalmente transparente para a saída de água do interior da mesma. Na posição contrária, conforme representado na Figura 5, um feixe de luz atravessa a garrafa e deve chegar ao canudo num

ângulo em que toda a luz é refletida e segue em zig zag junto com água que sai do orifício lateral pelo canudo.

**Aluno 3:** Aqui a gente vai fazer uma apresentação de como funciona o cabo de fibra óptica. Aqui dá pra ver que a luz está fazendo uma curva. Mas na verdade ela forma reflexões.

**Figura 5:** Esquematização para a montagem do simulador de fibra óptica



Fonte: Autores

### Grupo 2 na Feira de Ciências

Apresentaram a dispersão da luz por um prisma e o espectrômetro.

O aparato funciona com a refração e a dispersão da luz policromática, sendo importante a observação de diferentes fontes de luz para comparar seus espectros.

**Aluno 4:** O espectrômetro é um aparelho óptico usado para estudar a luz, dividindo feixes policromáticos em monocromáticos e é usado para análise química e a composição das estrelas. Temos um exemplo que é a luz branca que é formada por vários feixes de luz, sendo eles sete feixes que formam o arco-íris. E quando observamos no espectrômetro, esses feixes atravessam essa superfície aqui e formam feixes monocromáticos. Ou seja, cada feixe tem a sua cor, azul, amarelo, vermelho, e assim por diante.

**Aluno 5:** Cada elemento apresenta um espectro diferente. O espectro é como se fosse o código de barra de cada elemento. É por isso que a gente consegue identificar os elementos químicos presentes numa água ou alimento contaminado, por exemplo.

O aparato confeccionado pelos estudantes consistia numa caixa de sabão em pó revestida de papel preto com um orifício de um centímetro de comprimento por um milímetro de largura numa das bases estreitas da caixa, onde entra a luz. E outro orifício de 4 cm<sup>2</sup> coberto com uma base de acrílico retirado de um *compact disc* na base inversa da caixa. O acrílico realiza a dispersão da luz que entra no orifício menor.

Aqui é possível perceber a relação de saberes entre Química e Física e como é possível integrar os conceitos.

### Grupo 3 na Feira de Ciências

Apresentaram o Disco de Newton e os tipos mais comuns de lâmpadas.

**Aluno 6:** Esta é a lâmpada halógena, é uma lâmpada incandescente, só que a diferença nela é que tem um gás inerte que fica no bulbo tem um filamento de tungstênio, normal e o gás iodo

ou bromo. O tungstênio passa do estado sólido para o gasoso, que se chama sublimação, ele sobe até o tubo de gás e se mistura com o iodo ou bromo, resfria e sofre novamente a sublimação e volta para o filamento no estado sólido.

**Aluno 7:** Tem uma duração de um a três anos.

**Aluno 8:** A lâmpada fluorescente contém mercúrio que produz radiação ultravioleta e o fósforo que absorve a radiação ultravioleta e converte em luz branca.

**Aluno 9:** Estas lâmpadas devem ser descartadas de forma correta pois o mercúrio é muito poluente.

**Aluno 10:** E por último a lâmpada de LED, que é uma das mais caras que tem, mas chega a um tempo médio de uso de cinquenta mil horas. Ela possui um elemento químico que é o gálio e ela emite muito menos infravermelho.

### **Grupo 4 na Feira de Ciências:**

Apresentaram os fenômenos de luminescência e suas aplicações na Química Forense.

O grupo 4 integrou a aplicação dos fenômenos de luminescência à investigação criminal, como observa-se na transcrição.

**Aluno 11:** Esta é a lâmpada de luz negra. Ela emite radiação ultravioleta.

**Aluno 12:** Nós fizemos a lâmpada de luz negra com uma lâmpada fluorescente e revestimos ela com papel celofane. O que faz com que a luz visível não passe, mas o ultravioleta passe. O ultravioleta não é possível visualizar sem equipamento próprio para tal.

**Aluno 13:** A luz negra é usada na perícia para a análise de crimes pois a urina, saliva, sêmen, restos de ossos e dentes fosforescem na presença de luz negra.

Os grupos 3 e 4 evidenciaram a contextualização com o cotidiano. O grupo 3 deveria ter clareza quanto aos tipos de radiação emitida pelas lâmpadas e ainda associar o gasto energético com a emissão de luz visível. E ainda, relacionar o tipo de lâmpada aos elementos químicos que permitiam as propriedades anunciadas.

## **Resultados e Discussões**

Neste estudo pode-se observar que as atividades realizadas trouxeram a oportunidade de desenvolver a capacidade de interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, baseados na interação entre a matéria e a energia, possibilitando desta forma a apropriação de conceitos, teorias, linguagens e procedimentos, que uma função essencial da área do conhecimento “Ciências da Natureza”.

No desenvolvimento deste trabalho desde o planejamento até a execução da feira de ciências, bem como a oportunidade de realizar trabalhos em grupo, houve a necessidade de reflexão sobre as práticas experimentais, a associação aos fenômenos diversos do cotidiano, de forma a levar a interpretação de como o conhecimento científico é aplicado na satisfação de necessidades da humanidade. Estes fatos se alinham com grande parte propostas de competências que devem ser desenvolvidas no Ensino Médio, segundo a Base Nacional Comum Curricular.

A Feira de Ciências foi uma oportunidade de os alunos exporem o que foi estudado, os conceitos possivelmente adquiridos, a manipulação e observação de diferentes materiais e a contextualização, possibilitando, desta forma, uma avaliação qualitativa com relação à aprendizagem. De acordo com Moreira (2013), a avaliação da aprendizagem significativa ocorre na busca de evidências solicitando ao aprendiz que ele externar o que aprendeu, justifique e explique suas respostas. É uma avaliação formativa e recursiva, pois é a oportunidade de refazer

tarefas, caso haja necessidade. Tem como enfoque a compreensão, a captação de significados, a capacidade de transferência deste conhecimento e uso do mesmo em novas situações.

A avaliação dos resultados qualitativos obtidos na Feira de Ciências em relação ao primeiro mapa mental construído pelos estudantes evidencia que houve progresso na construção da aprendizagem significativa, visto que nos dois momentos, na apresentação em sala de aula e na Feira de Ciências, os estudantes puderam expor os conceitos justificando com os experimentos apresentados. Houve a contextualização dos fenômenos demonstrados nos relatos dos alunos, que foi construída entre a apresentação em sala de aula e a finalização na Feira de Ciências. A avaliação foi formativa, pois os estudantes tiveram a oportunidade de ver e rever conceitos, desde a exposição dos mesmos pela professora e pelos colegas. Não há evidências conclusivas de que aprendizagem significativa ocorreu conforme o esperado, contudo há que se observar que ela é construída de maneira progressiva e não linear.

O processo de aprendizagem deve ocorrer de fato quando o aluno tem disposição de aprender e o conteúdo tem significado a partir do conhecimento que ele já possui, ou seja, o material usado deve ser potencialmente significativo, pode ter significado lógico de acordo com o que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2013). Durante o desenvolvimento das atividades houve envolvimento e entusiasmo por parte dos estudantes, indicando disposição em receberem e aceitarem o aprendizado, sendo essa uma das condições fundamentais para a ocorrência da aprendizagem significativa.

## Conclusões

A proposta de aplicação de conteúdo de natureza interdisciplinar teve como objetivo fazer conexões entre os assuntos estudados de forma a proporcionar um conhecimento global do tema central, a definição de luz, abordando-o dentro dos vieses das duas disciplinas, Física e Química. Fator que trouxe um grande número de conceitos elencados, entre eles questões importantes relacionadas ao papel da Ciência na compreensão dos fenômenos, no desenvolvimento de tecnologias, questões ambientais e de saúde, que foram surgindo e integrando conceitos, concretizando a contextualização pretendida, uma inserção no contexto ambiental e social para a percepção de que o que é aprendido na escola não se encontra em dissonância com o cotidiano do estudante.

Entretanto não foi possível fazer um aprofundamento substancial no tópico “modelos atômicos”, sendo que os fatores que corroboraram para tal foi o intervalo de tempo disponível para a implementação da sequência didática, a aparente indisponibilidade dos estudantes para a pesquisa que exigisse uma leitura mais apurada, o que pode ser justificado pelo cotidiano escolar onde grande parte das atividades é expositiva e de memorização, ou ainda determinadas falhas nos esclarecimentos. Ainda há que se destacar o papel do aluno, a consciência de que tem uma responsabilidade no desenvolvimento de suas próprias potencialidades. Neste sentido as atividades sugeridas concedem ao mesmo um papel ativo no intuito de desenvolver atitudes positivas, como a autonomia, visto que grande parte das atividades foi realizada sem a colaboração do professor. Apesar de encaminhadas pelo professor e os temas não terem sido escolhidos pelos estudantes, os mesmos tiveram várias oportunidades de resolver situações problemáticas que envolviam tanto a questão afetiva do grupo, como de escolha de meios para realizar o que foi pretendido.

Com os resultados expostos durante a feira de ciências, conclui-se que o pode ser considerada um material potencialmente significativo pela boa receptividade e predisposição dos estudantes para aprender os conteúdos de Química e Física.

Ao final do processo, quando todas as atividades foram desenvolvidas de acordo com o planejamento das aulas, vislumbra-se um longo caminho a percorrer para desenvolver as

competências almejadas pelas proposições da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio. A pesquisa se resume em apenas algumas sugestões para o desenvolvimento das potencialidades do estudante e requer trabalho coletivo entre todos, sociedade e escola.

## Referências

Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para La educación química. *Educación Química*, 23, 248–256.

Belluzzo, R.C.B. (2007). O uso de mapas conceituais e mentais como tecnologia de apoio à gestão da informação e da comunicação: uma área interdisciplinar da competência em informação. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, 2(2), 78–89.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno IV: áreas de conhecimento e integração curricular / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Marise Nogueira Ramos, Denise de Freitas, Alice Helena Campos Pierson]. – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013d. Disponível em: <<http://www.observatoriodajuventude.ufmg.br/pactomg/images/cadernos/CADERNO4.pdf>>. Acesso em: 9 jun 2018.

Brennan, R. (2000). Gigantes da Física: uma história da Física moderna através de oito biografias. Rio de Janeiro: Editora Zahar.

CCEAD PUCRIO. Tudo se transforma, história da química, história dos modelos atômicos. Rio de Janeiro: 2012. Disponível em : <https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>. Acesso em: 5 Jun 2018.

Corrêa G.C.G. et al (2018) Pesquisa-ação: uma abordagem prática de pesquisa qualitativa. *Ensaio Pedagógicos*, 2(1),62-72.

Einstein, A.; Infeld, L. (2008) A Evolução da Física. Rio de Janeiro: Editora Zahar.

Fazenda, I.; Arantes, C. (Org.). *Didática e Interdisciplinaridade*. 13ª. ed. Campinas, SP: Papirus, 2008. 1, 192.

Figueiredo, A.; Pietrocola, M.(2008). Luz e Cores. São Paulo, SP: FTD.

Filgueiras, C.A.L. (1996) A espectroscopia e a química: da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. *Química Nova na Escola*, 3, 22–25.

Gonçalves, R.P.N.; Goi, M.E.J. (2021). Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. *Revista Debates Em Ensino de Química*,6(1), 136–152.

Guimarães, C.C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), 198–202.

Moraes, M.C. (2002) O paradigma educacional emergente. São Paulo: Papirus.

Moreira, M.A. (2012). Aprendizagem significativa, Organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas. *Revista Qurrriculum, La Laguna*, 25, 29–56.

Moreira, A.C.L.; Silva, D.M.; Mota, D.S.; Farias, D.R. (2021). Modelos atômicos: correlações entre aspectos representacionais e a essência do conhecimento. *Revista Debates Em Ensino de Química*, 7(1), 186–200.

Novak, J.D.; Cañas, A.J. (2010) A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-lo. *Práxis Educativa*, 5(1), 9-29.

- Okomura, F.; Cavalheiro, É.T.G.; Nobrega, J.A. (2004) Experimentos Simples Usando Fotometria De Chama Para Ensino De Princípios De Espectrometria Atômica Em Cursos De Química Analítica. *Química Nova*, 27(5), 832-836.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares de Educação Física para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. Curitiba: SEED, 2008.
- Rocha, J.F., Leon, R.I., Pinho, S.T.R., Andrade, R.F.S., Freire Junior, O., Ribeiro Filho, A. (2002). Origens e evolução das idéias da Física. Salvador: EDUFBA.
- SER PROTAGONISTA; Física 2º ano: ensino médio/obra coletiva concebida, desenvolvida de produzida por Edições SM; editor responsável Angelo Stefanovits. – 2ª edição. - São Paulo: Edições SM, 2013 - Coleção Ser Protagonista 2.
- Sala, O. (2007). Uma introdução à espectroscopia atômica: o átomo de hidrogênio. *Química Nova*, 30(7), 1773-1775.
- Souza, F.L.; Akahoshi, L.H.; Marcondes, M.E.R.; Carmo, M.P. (2013) Atividades experimentais investigativas no ensino de química, Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Strathern, P. (1999). Bohr e a Teoria Quântica em 90 minutos. Rio de Janeiro, RJ: Editora Zahar.
- Tavares, R. (2004). Aprendizagem Significativa. *Conceitos*, 1, 55-60.
- Thiesen, J.S. (2007) A Interdisciplinaridade Como Um Movimento De Articulação No Processo Ensino-Aprendizagem. *PerCursos*, 8(1), 87–102.
- Tripp, D. (2005) Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443-446.
- Valadares, J. (2011) A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista (The Meaningful Learning Theory as a constructivist theory). *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(1), 36–57.
- Young, H.D.; Freedman, R.A. (2008). Física IV: Ótica e Física Moderna. (12.ed.). São Paulo: Pearson.
- Zabala, A. (1998). *A Prática Educativa: Como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed.