



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

LUANA RUSSANA FERREIRA REZENDE

**ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM UMA OFICINA DIDÁTICA
INTERDISCIPLINAR SOBRE MODELOS ATÔMICOS**

SERRA TALHADA – PE

JANEIRO, 2021

LUANA RUSSANA FERREIRA REZENDE

**ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM UMA OFICINA DIDÁTICA
INTERDISCIPLINAR SOBRE MODELOS ATÔMICOS**

Monografia submetida à coordenação do curso de Licenciatura em Química, como requisito para a obtenção do título de licenciada em Química. Área de Ensino de Química. Orientador: Prof. Dr. Thiago Araújo da Silveira.

SERRA TALHADA – PE

JANEIRO, 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

R357lr Rezende, Luana Russana Ferreira

Análise das interações discursivas em uma oficina didática interdisciplinar sobre modelos atômicos/ Luana Russana Ferreira Rezende. – Serra Talhada, 2021.

76 f. : il.

Orientador: Thiago Araújo da Silveira

Coorientador: Eduardo de Castro Aguiar

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2021.

Inclui referência, apêndices e anexos.

1. Didática - oficinas. 2. Dialogicidade. 3. Modelos atômicos. I. Silveira, Thiago Araujo da, orient. II. Aguiar, Eduardo de Castro, coorient. III. Título.

CDD 540

LUANA RUSSANA FERREIRA REZENDE

**ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM UMA OFICINA DIDÁTICA
INTERDISCIPLINAR SOBRE MODELOS ATÔMICOS**

Monografia submetida à
coordenação do curso de
Licenciatura em Química, como
requisito para a obtenção do título de
licenciada em Química. Área de
Ensino de Química. Orientador:
Prof. Dr. Thiago Araújo da Silveira.

APROVADO EM: 12/01/2021

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. THIAGO ARAÚJO DA SILVEIRA
(ORIENTADOR)**

**Prof. Dr. JOSÉ ANTÔNIO FEITOSA APOLINÁRIO
(BANCA EXAMINADORA)**

**Profa. Dra. IVONEIDE MENDES DA SILVA
(BANCA EXAMINADORA)**

*À minha avó Josefa, à minha mãe Lucidalva
e a minha madrinha Quitéria. Sempre será
por vocês.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado força e coragem para atingir meu objetivo e enfrentar os obstáculos que se fez presente no meu caminho.

A minha família que é meu alicerce e base para tudo que sou hoje. A minha mãe Lucidalva e minha avó Josefa, mulheres mais guerreiras e exemplares que eu conheço na minha vida. Que sempre lutaram sozinhas para educar os filhos da melhor forma possível, sempre dispostas a fazerem de tudo por mim, muitas vezes sacrificando os seus sonhos em favor dos meus. Obrigada pela fé depositada em mim. Aos meus irmãos Robson e Rayra, que sempre me incentivaram e acreditaram, mandando energias positivas e me dando todo suporte necessário para eu nunca pensar em desistir. A Dona Brasil, que eu considero como uma mãe, obrigada pelos cuidados, carinho e amor. Eu amo vocês.

A minha madrinha Quitéria e a João Antônio, uma dádiva que Deus enviou para cuidar de mim da melhor forma possível. Obrigada por ser porto seguro e meu companheiro nas vitórias, nas derrotas, nas horas mais alegres e nos dias tristes. Em tudo!

Aos amigos que a universidade me presenteou: Renatinha, Bruna, Larissa, Amanda, Paulo, John, Ana Paula, Joseane, Bel, Pedro, Marcinha, Gustavo, Suene, Lucas, Ledjane, Thamila, Tácio, Paulo Gabriel, Emanuel e entre outras que não estão citados, mas que também são especiais. Vocês tornaram meus dias mais leves, compartilhamos risadas gostosas, me ensinaram disciplinas que tive dificuldades, e sempre estiveram ao meu lado. Vocês são especiais!

A Miguel Arcanjo, por nunca ter soltado a minha mão. Por estar presente nas minhas inseguranças, batalhas, lutas e vitórias. Obrigada por todo companheirismo e proteção. Obrigada por acreditar em mim mais do que eu, por todo incentivo e compreensão.

A Danilo, por essa amizade tão valiosa. Companheiro de curso, de casa, de laboratório, de projetos, de vida. Obrigada por ser presente sempre que preciso, pela preocupação, por me ensinar tanto e pelos momentos felizes que compartilhamos.

Aos meus companheiros de casa que se tornaram família: Maysa, Wallkíria, Thamires, Manu, Wallker. Obrigada pela compreensão, cuidados e ajuda diária. Família é quem a gente escolhe pra viver.

Aos técnicos e funcionários da universidade Lorena, Felipe, Cícero, Marcelo e seu Fernando que sempre mostraram dispostos a me ajudar e a compartilhar experiências. Obrigada!

Aos meus alunos de monitoria, pessoas que me proporcionaram um enriquecimento profissional e de aprendizagem. Vocês foram o motivo para eu dar o meu melhor.

Aos professores que contribuíram para minha formação acadêmica: Andréa Monteiro, Suely Câmara, Elaine Cristina, Flávia Vieira, Sueny Freitas, Marcelo Batista, Luciano Fraga, Túlio Couto, Carina Moraes, Renato Augusto, João Tenório, Antônio Carlos, Edvaldo Nóbrega, Bruno Leite, Carlos André, Virgínia Cavalcanti, Cintia Beatriz, Apolinário, Rossana Pragana e Bruna Herculano.

À banca examinadora da minha pesquisa, Ivoneide Mendes e Apolinário. Minha gratidão por terem aceitado o convite (me sinto honrada), pela contribuição e pelas críticas construtivas.

Aos meus queridos e maravilhosos orientadores Thiago e Eduardo. Agradeço à confiança, apoio, amizade, oportunidades e principalmente pela paciência e compreensão com minhas dificuldades e limitações. Obrigada por tudo, eu sempre vou levar vocês em meu coração.

RESUMO

Nos últimos anos as pesquisas no ensino de química buscam promover recursos para superar as limitações apresentadas no modelo de ensino tradicional e que levem em consideração a articulação entre a ciência, a tecnologia e a contextualização com o ambiente que os estudantes estão inseridos. Portanto, este estudo analisa as interações discursivas ocorridas em uma oficina didática interdisciplinar sobre modelos atômicos com estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual do interior de Pernambuco. Como fundamento foram consideradas referências importantes sobre oficinas didáticas e orientações teóricas sobre dialogicidade, hermenêutica, dialética e complexidade. A metodologia da pesquisa compreendeu a coleta de dados por videografia das cinco etapas da oficina e, posteriormente, para a análise desse *corpus*, para avaliar recursos, direções e construção de sentidos nos diálogos no contexto, utilizamos a lista de observáveis proposta por Flores (2010), levando em consideração as teorias apresentadas acima. Como resultado desta pesquisa, foi possível identificar que a proposta da oficina contribuiu para o processo de socialização dos alunos através do estímulo e articulação entre o fazer, sentir e agir envolvida nas atividades e para construção do conhecimento por meio de um processo mais questionador e dialogado. Verificamos também que as oficinas didáticas interdisciplinares permitem grandes momentos e movimentos de interação entre aluno-aluno e aluno-professor, que devem ser bem planejadas por professores para trabalhar os conceitos científicos abordados através de temas do cotidiano do aluno e para haver a descentralização das falas.

Palavras-chave: oficinas didáticas, dialogicidade, metodologias ativas.

ABSTRACT

The last years, research in chemistry teaching has search to promote resources to overcome the limitations presented in the traditional teaching model and that take into account the articulation between science, technology and the contextualization with the environment that the students are inserted. Therefore, this study analyzes the discursive interactions through a proposal of an interdisciplinary didactic workshop on atomic models with students of the first (1st) year of high school of a public school of the interior state network of Pernambuco. As a foundation, important references were considered about didactic workshops and theoretical orientations on dialogicity, hermeneutics, dialectics and complexity. The research methodology included the collection of data for videography of the five (5) stages of the workshop and subsequently to the analysis of this *corpus* to evaluate resources, directions and construction of meanings in the dialogues in the context of the interdisciplinary didactic workshops based on the list of observables proposed by Flores (2010), taking into account the theories presented above. As a result of this research, it was possible to identify that the workshop proposal as an active methodology that contributes to the students' socialization process by stimulating the articulation between doing, feeling and acting in a certain activity in sets and for building knowledge through dialogue. It is possible to conclude that the interdisciplinary didactic workshops allow great moments of interaction between student-student and student-teacher, which it should be well planned by the teacher to work the scientific concepts addressing through themes of the student's daily life and to have the decentralization of the speeches.

Keywords: didactic workshops, dialogicity, active methodologies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO GERAL.....	10
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1 OFICINAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES	11
3.2 COMO FAZER OFICINAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES	19
3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE MODELOS ATÔMICOS	21
4 METODOLOGIA	30
4.1. UNIVERSO DA PESQUISA	30
4.2 ETAPAS DA OFICINA	30
4.3 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS.....	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS.....	63
ANEXOS	67
APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO

O ambiente em que vivemos está em constante construção e evolução nos campos da ciência e da tecnologia, que também nos oferecem um leque de opções para exploração dos conteúdos programáticos para os ensinos fundamental e médio, podendo ser abordado por meio de temas que contextualizam o cotidiano, a ciência, a tecnologia, o meio ambiente e as questões sociais.

Vários pesquisadores têm como foco buscar meios para criação de modelos de ensino que supere o mais utilizado no cotidiano escolar, o ensino tradicional. No ensino tradicional, o aluno é considerado um adulto em miniatura, um depósito de informações, conhecimentos e fatos. O professor, portanto, dono da verdade e autoritário, mantém-se distante dos alunos e lhes apresenta um conteúdo pronto e acabado (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000), propõem que para uma educação de qualidade deve-se priorizar a formação do aluno para o exercício da cidadania, que possibilite o acesso aos recursos culturais indispensáveis para a intervenção e participação responsável na vida social. Em outras palavras, tem como objetivo principal de formar os estudantes em cidadãos críticos, reflexivos e ativamente envolvidos em questões sociais e políticas, por meio da contextualização e a interdisciplinaridade do conteúdo abordado em sala de aula.

Para superar os obstáculos promovidos pelo ensino tradicional enraizado nas escolas públicas é necessário considerar a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais supracitados (PCN) que leva em consideração o contexto do educando, as características do local, os diferentes mecanismos de promover o acesso aos diferentes campos de atuação humana, a inclusão, a interdisciplinaridade, entre outros, que corroboram para uma educação que compreenda que o aluno se constrói e é construído dinamicamente no meio social em que vive.

No Ensino Médio é comum nos depararmos com alunos que não possuem muita afinidade com a disciplina de Química, uma vez que estes taxam os conteúdos como difíceis de ser compreendidos ou que não conseguem aplicá-la às situações do seu dia a dia. Vale salientarmos que uma das causas para a ocorrência dessas situações resulta da ação docente em sala de aula onde a abordagem dos conceitos é realizada de forma fragmentada e pronta, os conhecimentos específicos das disciplinas não interagem entre si e que normalmente separam a teoria da prática,

contribuindo então para o sentimento causado nos alunos que o conteúdo discutido em sala de aula está muito distante de sua realidade e que não tem aplicação no seu cotidiano.

Uma metodologia ativa que pode ser utilizada pelos professores em sala de aula para superar essas barreiras na aprendizagem significativa em Química pelos alunos são as Oficinas Didáticas Interdisciplinares (ODI), que segundo Vieira e Volquind (2002), tratam de aplicações práticas do conteúdo teórico formal em situações didáticas planejadas. Nas ODI, os estudantes deixam a posição de receptor de informações prontas para serem as peças chaves da construção de seu próprio conhecimento, eles tornam-se ativos e que cooperam efetivamente entre si para produções e construções considerando a resolução de um problema.

O professor assume uma nova posição nesta metodologia. Ele passa a ser o mediador entre o conteúdo e o aluno, com papel de orientá-los e propiciar a vivência dos alunos no processo de aprendizagem com intervenções didáticas e avaliação contínua através de debates com proposta de resoluções para os problemas propostos (VIEIRA, VOLQUIND 2002). É uma metodologia interessante para abordar conteúdos que são mais abstratos, porém, com uma vasta aplicação na sociedade como por exemplo, a teoria atômica e seus respectivos modelos.

Para chegar até o que conhecemos hoje sobre as interações da matéria e o mundo atomístico, que altera o sentido em que vemos e sentimos o mundo, a teoria atômica passou por evoluções desde a forma antiga de produzir ciência até a considerada ciência moderna. Segundo Germano (2011), a observação era a principal forma de responder sobre a origem de todas as coisas, baseando-se no conhecimento abstrato das coisas, diferentemente da metodologia da ciência moderna a qual se baseia em métodos empíricos e com aplicações de tecnologias.

Na abordagem de conteúdos pelas ODI, o professor pode trabalhar de forma alternativa ao modelo tradicional de ensino das ciências, estruturando os conteúdos de modelos atômicos em temas sociais, políticos e científicos nos quais o conteúdo é inserido na medida em que ele se torna necessário para a análise crítica e para a elaboração de propostas para a resolução dos problemas apresentados.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar as interações discursivas entre os sujeitos de pesquisa em uma oficina didática interdisciplinar sobre modelos atômicos.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar recursos, direções e construção de sentidos nos diálogos no contexto das oficinas didáticas interdisciplinares.
- Investigar as contribuições e limitações da estratégia das ODI para a promoção das interações dialógicas no grupo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 OFICINAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES

Quando pensamos em oficina, vem logo em mente um lugar para se produzir ou consertar algo, um local para o desenvolvimento de habilidades manuais e artesanais, como por exemplo espaços de trabalho de eletricitas e mecânicos. Silveira (2018) afirma que do ponto de vista epistemológico, oficinas são lugares que dão privilégios ao fazer, ao executar, à experiência e à prática.

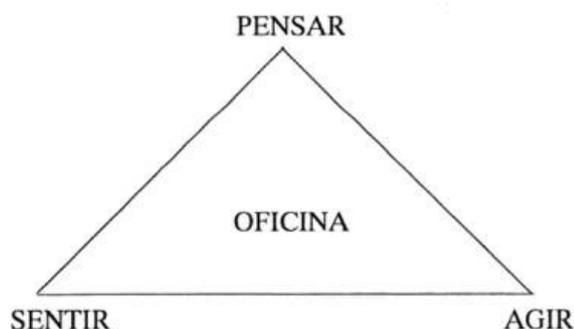
No âmbito educacional, as oficinas não possuem significado tão distintos das características supracitadas. Valle (2009) explica que as oficinas didáticas são idealizadas como um lugar em que várias pessoas trabalham juntas para reparar algo ou para aprender mutuamente, tratando-se de um método ativo de ensino.

De acordo com Mirabent Perozo, as oficinas pedagógicas são realizadas em equipes que aprendem fazendo, praticando de acordo com objetivos previamente proposto e temas organizados, que podem ser desenvolvidas dentro da sala de aula como também ao ar livre, que devem ser levadas à escola junto com o manual ou a atividade física com o objetivo de exercitar os processos e qualidades intelectuais que constituem a cultura dos sujeitos envolvidos (MIRABENT PEROZO, 1990).

Para Cuberes (1989), as oficinas didáticas são tratadas como um espaço-tempo para reflexão, vivência, sentir e agir. Um lugar de participação e aprendizagem dinâmica através das interações entre os alunos e com o professor, que há transformações recíprocas e processuais do objeto que está sendo construído, um caminho com alternativas para compreender a realidade. As oficinas detêm de uma cumplicidade entre professor, alunos e o objeto instrucional, permitindo a construção de novos significados.

Vieira e Volquind (2002), destacam que as oficinas de ensino devem criar um espaço para vivência, construção de conhecimentos e reflexão. Que não se limita apenas à ação, ao aprender fazendo, mas que deve estabelecer a relação entre o pensar, o sentir, a problematização de ideia, a investigação e a cooperação, o jogo e a descoberta. Além disso, deve ser articulada em três instâncias, mostradas a seguir:

Figura 1. Instâncias que integra a realidade de uma oficina



Fonte: VIEIRA, VOLQUIND, 2002, p. 12.

As autoras afirmam que é necessário haver o equilíbrio entre as três instâncias para se caracterizar como uma oficina de ensino. Por mais que seja enfatizado a prática, o fazer algo, é fundamental ter o embasamento teórico, em que a teoria surge como a necessidade de explicar a prática (VIEIRA, VOLQUIND, 2002). Ao passo que é proposto esta articulação, é fundamental que as oficinas proponham aos alunos a reflexão sobre os conceitos estudados e o fenômeno observado, assim, tornará mais propício que os mesmos interiorizem o conteúdo a partir de sua realidade.

Para Ander-Egg (1991, p.3) “nem tudo é oficina, nem toda inovação pedagógica se faz através de oficina” e “nem tudo que se faz através de oficinas resulta em transformação pedagógica significativa”, pois, o real sentido de uma oficina é trabalhar em algo coletivamente, é o modo de ensinar e aprender através da investigação, da reflexão e da criatividade. É a articulação da teoria com a prática.

Mirabent Perozo (1990) corrobora com as ideias de Ander-Egg quando explica que existem diferenças entre uma oficina e uma aula prática. Quando falamos sobre oficinas associamos a ideia de algo feito coletivamente, por isso equipes cujo número de participantes normalmente varia. Toda oficina envolve uma atividade prática, mas nem todas as aulas práticas se caracterizam como uma oficina. A aula prática faz parte da ementa de algumas matérias e são organizadas por etapas ou aulas frontais, porém, nas oficina necessariamente isso não acontece, pois a teoria surge a partir das discussões feitas após a realização da prática.

Ao mesmo tempo que as oficinas são dependentes da ação e da prática, é fundamental a articulação com as teorias, leis e princípios que são estudados, pois sem esta dualidade não passaria de uma aprendizagem meramente tecnicista. Desta forma, as oficinas didáticas resultam da habilidade e capacidade permitida aos alunos

em operar algo com conhecimento e transformar os objetos, como também a si mesmo (VALLE, 2009).

Esta articulação entre aprender a praticar a luz da teoria é defendida por Freire quando fala de diálogo verdadeiro, pois, é necessário que os sujeitos compreendam suas necessidades particulares e compreendam a do outro, tenham alteridade, que entendam a aprendizagem como um processo humanizado que requer a reflexão do que se está produzindo (FREIRE, 1987 *apud* SILVEIRA, 2018).

Nas oficinas didáticas o foco principal é fazer com que o aluno reflita sobre as situações-problemas propostas e que realmente compreenda sem enfoque classificatório ou comparativo. Desta forma, enquanto o aluno constrói significados, o professor atuará como mediador entre o aluno e os conceitos, possibilitando mudanças no processo de ensino e aprendizagem que permitem a compreensão significativa acerca dos conceitos estudados, o desenvolvimento integral dos alunos como seres humanos capazes de participar ativamente em prol de uma sociedade mais democrática, cooperativa e justa (VIEIRA, VOLQUIND, 2002).

As oficinas desempenham um papel importante no processo de ensino-aprendizagem. Cuberes (1989) diz que as oficinas são lugares de vínculo, de comunicação, participação, de construção social e de conhecimentos. No mesmo sentido, Freire (1987) afirma que a aprendizagem não é significativa se o diálogo não estiver presente nos momentos de encontro entre os homens e que deve levar em consideração o cotidiano no qual o indivíduo está inserido, para que possa interagir de modo construtivo e não se sentir excluído no momento do diálogo. Portanto, a ação dialógica deve ser levada em consideração desde a investigação temática dos conteúdos programáticos até a culminância da oficina.

Valle (2009), considera as oficinas de ensino uma alternativa de metodologia que promove a inserção dos conteúdos propostos na realidade de forma integral (docentes, discentes, escola e comunidade) e que possibilita tanto os alunos como os professores aprenderem entre si mediante as experiências vivenciadas diante dos desafios e problemas propostos, buscando soluções a partir da ação e reflexão imediata.

Para ajudar a superar o desafio cotidiano da sala de aula, é necessário quebrar paradigmas que defendem a ideia de que a química é formada por teorias abstratas, distante da realidade dos alunos e que só será aplicada na escola ou para a preparação de exames nacionais e vestibulares. É essencial que os desenvolvimentos

dos conteúdos de química sejam associados a aspectos vivenciados pelos estudantes fora da sala de aula, para construção do conhecimento químico (MALDANER, 2000 *apud* PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Silva (MARCONDES, 2008 *apud* SILVA et al., 2014), afirmam que as oficinas temáticas tratam os conhecimentos de forma interdisciplinar e contextualizada, colocando os estudantes na posição de ativos no desenvolvimento de seu próprio conhecimento. Desta forma, o autor discorre sobre as principais características das oficinas temáticas, vistas a seguir:

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
- Abordagem dos conteúdos de Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento;
- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos do conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
- Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento (SILVA et al., 2014, p. 483).

Portanto, torna-se fundamental superar a ideia de ensinar química de forma fragmentada e pensar na educação e no ensino de ciências de forma articulada entre as áreas, não se restringindo apenas ao conceito em si abordado por diferentes disciplinas, mas também na prática, para que os discentes possam relacionar o que estavam aprendendo com sua realidade através de uma abordagem significativa e o que chamaremos de interdisciplinaridade, o envolvimento entre as áreas do conhecimento (OLIVEIRA; NETO, 2016)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam uma proposta de ensino que considera a difusão entre a Química e outras áreas estudadas no ensino médio, que permitam uma comunicação e que busque a integração do conhecimento de forma harmônica e significativa, assim, podemos entender interdisciplinaridade “como uma nova concepção de ensino e de currículo, baseada na interdependência entre os diversos ramos do conhecimento” (ANDRADE, S. a.).

É necessário também diferenciar a estruturação dos saberes sobre interdisciplinaridade na perspectiva escolar e da interdisciplinaridade científica. Na perspectiva escolar, é organizado de forma que o processo de aprendizagem respeite os saberes dos alunos e sua integração entre as pessoas, ou seja, interação que faça a articulação dos saberes dos professores num acordo que se integrem aos saberes dos alunos. Na perspectiva científica, a interdisciplinaridade ganha progressivamente várias formas de interpretação da natureza em suas relações socioculturais, a partir

de novas visões e esquemas de interpretações do mundo que se diferenciam e expandem as pesquisas científicas, ao contrário de levarmos de um único ponto de vista disciplinar, em que a disciplina não é suficiente para esclarecer situações complexas (FAZENDA, 2013).

A interdisciplinaridade integra várias disciplinas a partir de um mesmo objeto de estudo, porém, é necessário relacionar os saberes técnicos, pedagógicos, práticos e teóricos sem hierarquização entre os participantes e, propor uma situação problema como base para discussão, partindo do pressuposto da “consciência comum, da fé dos investigadores no reconhecimento da complexidade do mesmo e na disponibilidade destes em redefinir o projeto a cada dúvida ou a cada resposta encontrada” (FAZENDA, 2015, p. 13).

Godoy (2014) argumenta que a interdisciplinaridade é um diálogo entre os conhecimentos das disciplinas e também entre os professores, sem que haja desvalorização de alguma delas, porém, são suscetíveis a modificações gradativamente. A autora ressalta que as disciplinas conversam entre si e se articulam na medida em que o professor encontre um significado pessoal para isso, que amplie sua visão disciplinar para interdisciplinar e tomando a atitude de colocar em prática e conseqüentemente desenvolver o pensamento crítico e reflexivo. Sendo assim, é necessário que o professor esteja aberto a novas ideias, ao trabalho em equipe e a compreender que o ensino é algo mais complexo do que simplesmente “passar” conteúdo.

Em contrapartida, Godoy (2014, p. 2) afirma que os alunos também fazem parte do processo interdisciplinar e para que isso se concretize é necessário colocar em prática as seguintes características:

- superar inseguranças para expressar-se crítica porém construtivamente;
- aceitar ideias novas
- desenvolver maior autoconfiança aceitando a possibilidade de errar;
- fazer autocrítica, como um processo contínuo de compreender-se no mundo e para isso estudar mais para aprofundar a prática;
- respeitar seus próprios limites e os limites de cada um;
- dar tempo aos colegas de manifestarem suas opiniões;
- trabalhar cooperativamente.

Para que ocorra transformações no âmbito educacional, é necessário priorizar o diálogo, pois ele auxilia a construção de significados e a interiorização dos conhecimentos científicos, como afirma Santos (2015) que indica maior interação

entre os sujeitos, maior trabalho com perguntas e respostas, promovendo a alteridade, a relação com o próximo e a compreensão de que o ser humano está em constante formação no processo construção de conhecimentos.

Neste sentido surge a Hermenêutica, ramo da filosofia que estuda os processos interpretativos e o fenômeno da compreensão, na fala de Hans-Georg Gadamer, que foi influenciado pelas ideias de Martin Heidegger.

Gadamer (2007) defende a compreensão como forma de existir, diante da relação do homem com o mundo e consigo mesmo, num exercício dialógico e que requer permissão para uma conclusão. A forma com que o autor fundamenta a experiência hermenêutica é essencial para o crescimento do ser enquanto participante de uma pluralidade cultural, principalmente quando estes participantes se tratam de professores, uma vez que ele é um profissional que convive diariamente com troca de ideias diferentes, interações com múltiplas formas de pensar e agir. Para se chegar a essa nova experiência, Gadamer defende que é necessário estar aberto para novos olhares, para a experiência, para novas perguntas e respostas como o meio comunicativo entre os pares. Portanto, o processo de comunicação é importante, pois o homem e, conseqüentemente, a sociedade, se constituem pela linguagem, pelo diálogo.

Freire colabora com as ideias de Gadamer quando enfatiza que para uma educação libertadora é inerente à prática cotidiana desenvolver “habilidades para dialogar, acolher novas ideias, compreender o outro, estar aberto e flexível à desordem, relacionar teoria e prática, e valorizar saberes estabelecidos tanto pela cultura popular quanto pela tradição científica” (FREIRE, 1987 *apud* SILVEIRA, 2018, p. 02). É necessário quebrar paradigmas que defendem a escola como espaço para aprender a teoria de forma lapidada e acabada, de que os alunos devem interiorizar o conhecimento científico a todo custo sem articular com a realidade a qual está inserido.

A hermenêutica na educação é um caminho de construção de conhecimento que busca repensar seus pressupostos, seus limites, suas condições, sua estrutura com práticas mais reflexivas e libertadoras. Sendo assim, as interações no aprendizado do indivíduo possibilitam ações, trocas entre educador e educando, o reconhecimento de si mesmo, diante suas experiências e vivências, faz interpretações e compreensões. Dependendo da maneira como é conduzida, as interações podem produzir êxitos ou fracassos durante seu desenvolvimento (SANTOS, 2015).

O humanismo descrito por Freire deve estar presente em toda ação docente problematizadora, a intencionalidade político-pedagógica e ética deve ser as ideias centrais do pensar docente:

[...] É preciso que saibamos que, sem certas qualidades ou virtudes como amorosidade, respeito aos outros, tolerância, humildade, gosto pela alegria, gosto pela vida, abertura ao novo, disponibilidade à mudança, persistência na luta, recusa aos fatalismos, identificação com a esperança, abertura à justiça, não é possível a prática pedagógico-progressista, que não se faz apenas com ciência e técnica (FREIRE, 1996, p. 120).

É necessário que os educadores percebam seus alunos como seres capazes de lhe ensinar também, que a educação deve ser além da aprendizagem científica, que as experiências cotidianas e os laços criados em sala de aula são base para construção de novos saberes, de acomodação de novos conceitos.

A educação problematizadora, de acordo com o pensamento freireano, é solo fértil de debates, trocas de ideias e de discussões, de questionamentos sobre realidade e da prática ativa e reflexiva, de perguntas pois é instintivo do ser humano ser curioso, da busca para explicação sobre os fenômenos, e da superação das separações de mundos entre educadores e educandos, pois a relação dialógica é “indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes” (FREIRE, 1987, p. 39).

Para Silveira (2017), Hegel defende uma dialética que constrói a historicidade do pensamento humano a partir dos conceitos de *tese*, *antítese* e *síntese*. A *tese* é uma afirmação sobre determinado fenômeno colocada em discussão entre os sujeitos envolvidos, a *antítese* é definida como uma afirmação contraditória à *tese*. Então, estas afirmações, são postas em conflito entre si, propõem uma situação de busca da totalidade. A partir desse conflito nasce a *síntese*, que representa uma negação, uma conservação e uma superação, respectivamente, da *tese* e *antítese* que a originaram.

É imprescindível que o professor não se limite apenas a mostrar o conceito finalizado aos seus alunos com objetivo de compreensão a partir da leitura, mas que promova a discussão sobre o conteúdo, que provoque reflexões e posicionamento crítico, como argumenta Silveira (2017, p.80) quando explica sobre a Dialética permitir que “os participantes visualizem sua realidade de forma mais global, bem como, consigam vislumbrar pelo debate de ideias as possíveis soluções dessas várias hipóteses que surgem no estudo da realidade, tornando-o assim mais aprofundado”.

De acordo com Santos (2015), a metodologia hermenêutica de Gadamer procura se afirmar como uma racionalidade articulando com a compreensão da experiência humana no mundo, mundo este já está previamente interpretado,

propondo um exercício metodológico adequado às ciências humanas, contrariamente às ideias da concepção empírico-indutivista explicada por Gil Pérez, que destacando-se o papel “neutro” da observação e da experimentação, “esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo” (Gil Pérez *et al.*,2001, p. 129).

Isto poderia se dar por meio da relação diálogo-dialética entre professor e aluno, centrado na dimensão do conhecimento e na aceitação do outro, na importância de saber ouvir o posicionamento alheio, ideia também defendida pela metodologia hermenêutica, que organiza os sujeitos envolvidos num “círculo hermenêutico” e expõe seus conceitos e afim de ser confrontados criticamente e ressignificados a partir da interpretação, da compreensão e das relações estabelecidas e por fim, juntos, construir um novo conceito (SILVEIRA, 2017).

Seguindo a mesma linha de raciocínio, temos o paradigma da complexidade que tem como pensamento a construção do conhecimento de forma processual e dinâmica, passível de reconstruções, tornando-se sempre um ‘vir-a-ser’ influenciado pelo ambiente e pelas relações socioculturais (ZAMPIETRO, S/a).

A complexidade não deve ser interpretada como sinônimo de dificuldades ou complicado, mas como a junção de vários elementos que compõem o todo, elementos estes que são complementares e que devem ser vistos em suas inter-relações, relacionando diversos saberes e conceitos para não se direcionar em uma análise simplista, em outras palavras: tecer juntos, como seu idealizador afirma: “complexus – o tecido que junta o todo” (MORIN, 1977, p.15 *apud* AMORIM, 2003).

A autora descreve que a complexidade pode ser compreendida como a atitude de religar e rejuntar elementos antagônicos, de uma forma que as pessoas, a sociedade em si, o meio ambiente e os sistemas de ideias interagem entre si, por meios de trocas, porque são sistemas abertos, uma alternativa interessante para ser introduzida no cotidiano escolar como metodologia. (ALMEIDA, 1997).

Além disso, a complexidade se baseia na transdisciplinaridade, ou seja, é um pensamento que exige a reunião de várias áreas do conhecimento com o intuito de resolver problemas como um todo, não de forma redutível como estamos acostumados a lidar, porém, de modo que facilite a compreensão dos conceitos de forma mais abrangente durante o processo de construção da aprendizagem, pois os fenômenos estão interligados e em movimento ao mesmo tempo que os sujeitos

integrantes deste processo expõe suas visões subjetivas sobre as características dos fenômenos estudados (SILVEIRA, 2017).

Vale ressaltar que a complexidade é uma proposta holística principalmente quando defende o respeito à diversidade de pensamento articulado com a composição da realidade, com agregação de diversos saberes de vários campos do conhecimento, sem distorcer a essência e a particularidade de cada fenômeno, “religando matéria e espírito, natureza e cultura, sujeito e objeto, objetividade e subjetividade, arte e ciência e filosofia” (SANTOS; HAMMERSCHMIDT, 2012 apud SILVEIRA, 2017). Portanto, torna-se possível a colaboração de cada disciplina para resolução de um problema prático e social, superando a visão simplista através das diferentes falas de grupos sociais participantes da mesma realidade.

3.2 COMO FAZER OFICINAS DIDÁTICAS INTERDISCIPLINARES

A preparação e o desempenho de uma oficina são algo complexo, do ponto de vista moriniano e no sentido comum da palavra, que requer criatividade tanto dos professores quanto dos alunos, pois exige que o aluno seja ativo no processo de aprendizagem através de sua participação no modo de pensar, agir e refletir diante das situações propostas, para exploração de novas possibilidades e experiências. Portanto, é fundamental que a oficina tenha o planejamento dos procedimentos com a consciência que pode ser flexível de acordo com os sujeitos envolvidos, que considere o nível dos conteúdos e a disponibilidade de meios que proporcione discussão para que os discentes se sintam devidamente preparados para poder argumentar, apoiar, discordar em grupos ou individualmente e por fim, promover intervenções (MIRABENT PEROZO, 1990).

Durante o planejamento da oficina é preciso compor um grau de estruturação de espaço e tempo para evitar imprevistos que comprometam o bom desempenho da tarefa realizada. Para isso, é necessário propor um contrato com os participantes e utilizar projetos simples (possíveis de realizar) com previsão de metas de curto ou médio prazo e demonstrar que o progresso da oficina resultará das respostas dos estudantes, e conseqüentemente, motivar nos alunos o desejo de aprender e a autoestima (VIEIRA, VOLQUIND, 2002).

Para promover uma oficina bem organizada não é necessária utilização de instrumentos mais sofisticados, qualquer lugar pode ser transformado em oficina. Para

isto, é preciso dispor de um ambiente previamente preparado para buscar soluções de superações para problemas reais que proporcione a interação entre os alunos e o professor (VIEIRA, VOLQUIND, 2002).

Vieira e Volquind (2002), apresentam uma proposta de como organizar oficinas de forma que sejam realizadas em 3 etapas: contextualização, planificação e reflexão, como mostradas nos quadros a seguir:

Na primeira etapa, conforme o Quadro 01, o professor deve provocar curiosidade nos alunos através de discussão sobre a temática da oficina. É nesta etapa que o professor identifica as concepções prévias dos alunos sobre o conteúdo para que as atividades sejam realizadas com a participação efetiva dos alunos durante o desenvolvimento, evitando a passividade e a insegurança (VIEIRA, VOLQUIND, 2002).

Quadro 01: Primeira etapa para realização das oficinas

1ª etapa: Contextualização

- Seleção do assunto
- Tomada de consciência do grupo em relação a realidade de oficina:
- O que sabemos?
- Que experiência anterior temos?
- O que precisamos pesquisar?

Fonte: VIEIRA, VOLQUIND, 2002, p. 24.

Posteriormente, na segunda etapa, o professor coloca em prática o roteiro da oficina já organizado de forma interdisciplinar. Este é o momento principal da oficina, onde ocorrerá a realização da tarefa desejada: os alunos e o professor enfrentarão obstáculos do tema proposto por meio dos questionamentos levantados entre eles e por fim, investigam uma forma de superar as situações-problemas, como pode ser visualizado no Quadro 02.

Quadro 02: Segunda etapa para realização das oficinas

2ª etapa: Planificação

- Descobertas das situações-problemas.
- Planejamento de ações para soluções de problemas.
- Construção de recursos.
- Registro das soluções.

Fonte: VIEIRA, VOLQUIND, 2002, p. 24.

Por fim, temos a terceira etapa que é a reflexão das metas que foram alcançadas e elaboração de metas futuras. Durante a conclusão, é proposto a articulação entre a teoria e a prática relacionando com o contexto em que os participantes estão inseridos a partir da percepção sobre os fenômenos estudados para que possa ocorrer uma transformação significativa e social. A avaliação é feita de forma colaborativa, construída coletivamente a partir da realidade, levando em consideração os erros e os acertos observados durante a oficina, como podemos verificar no Quadro 3.

Quadro 03: Terceira etapa para realização das oficinas

3º etapa: Reflexão

- Sistematização dos conhecimentos produzidos.
- Avaliação das oficinas.
- Auto-avaliação.
- Previsão de nova oficina.

Fonte: VIEIRA, VOLQUIND, 2002, p. 24.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE MODELOS ATÔMICOS

Com o intuito de explicar as observações sobre fenômenos que ocorrem no universo a nossa volta, Demócrito (460-370 a.C.) e Leucipo criavam hipóteses sobre a natureza da matéria a qual o mundo era feito. Estes filósofos especulavam que a matéria era composta por partículas muito pequenas e indivisíveis chamadas de átomos. Em contrapartida, Platão e Aristóteles acreditavam na hipótese de que não era possível existir partículas indivisíveis, filosofia esta que dominou a Europa ocidental por vários séculos, o que resultou no enfraquecimento da filosofia defendida por Demócrito (BROWN et al, 2005).

A ideia de átomo voltou a ser considerada quando alguns cientistas começaram a estudar sobre as propriedades dos gases, principalmente John Dalton que dispunha interesse em estudar meteorologia e conseqüentemente a estudar gases (BROWN et al, 2005).

Em 1777, preocupado em determinar a composição do ar atmosférico e explicar reações de combustão que até então era discutido pelos cientistas Scheele e

Priestley, conhecido como teoria do flogístico, o cientista Antoine Laurent Lavoisier observou numa “reação química em ambiente fechado a massa total antes da transformação é igual à massa total após a transformação”, que ficou conhecida como a Lei da Conservação das Massas (PERUZZO; CANTO, 1995, p. 49). Cerca de 20 anos depois, o químico Joseph-Louis Proust realizou estudos a respeito da composição das substâncias e estabeleceu a Lei das Proporções Constantes ou Lei de Proust, enunciada como: “Uma determinada substância pura, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa” (PERUZZO; CANTO, 1995, p. 41). Por sua vez, John Dalton, observou que “se dois elementos, A e B, se combinam para formar mais de um composto, as massas de B, que podem se combinar com a massa de A, estão na proporção de números inteiros pequenos” (BROWN et al, 2005, p. 32), sendo esta conhecida por lei das proporções múltiplas. As leis da conservação das massas, proporções constantes e proporções múltiplas compõem as Leis Ponderais e serviram de base para a teoria atômica de Dalton.

Dalton fez análises da razão entre as massas dos átomos que se combinavam para formar novas substâncias, a qual chamamos de “compostos” e observou que as razões entre as massas demonstravam uma tendência, como por exemplo nas amostras de água, a cada 1 g de hidrogênio reagia com 8 g de oxigênio, o que levou a desenvolver os seguintes postulados (ATKINS; JONES, 2006, p.38):

1. Todos os átomos de um dado elemento são idênticos.
2. Os átomos de diferentes elementos têm massas diferentes.
3. Um composto tem uma combinação específica de átomos de mais de um elemento.
4. Em uma reação química, os átomos não são criados nem destruídos, porém trocam de parceiros para produzir novas substâncias.

Baseado nas leis ponderais, Dalton supôs que a matéria seria composta por átomos, partículas elementares das substâncias. Além disso, o cientista afirmou que um elemento é constituído de apenas uma espécie de átomo, enquanto um composto possui átomos de dois ou mais elementos. Diante destes postulados, em 1810, Dalton idealizou um modelo para o átomo que seria indestrutível, indivisível, neutro e esférico como se fosse uma bola maciça, uma bola de bilhar (BROWN et al, 2005).

Porém, este modelo não conseguia explicar fenômenos elétricos que já eram descritos pelo filósofo e matemático grego Tales de Mileto, que após observações sobre o que acontecia quando se causava atrito entre lã e âmbar, uma resina fóssil

translúcida e muito dura que, em grego, é denominada *elektron*. Estes materiais, quando eletrizados, podem ser atraídos ou repelidos por outros materiais também eletrizados que detêm dois tipos de carga elétrica, positiva e negativa, em que materiais com o mesmo tipo de carga elétrica se repelem, enquanto os de cargas opostas se atraem (SANTOS; MÓL, 2013)

Em 1833, Michael Faraday, através de seus experimentos com eletrólise já havia observado que a massa depositada em substância era proporcional à quantidade de eletricidade utilizada no experimento, o que levou ao cientista deduzir que a existência da eletricidade estava ligada a alguma partícula, chamada pelo físico irlandês George Johnstone Stoney, de elétron (SANTOS; MÓL, 2013). Então surge a necessidade de um modelo atômico que levasse em conta a natureza elétrica da matéria.

Em 1887, o cientista Joseph John Thomson reproduziu as experiências dos tubos de raios catódicos propostas por William Crookes, em que uma ampola de vidro é ligada a uma bomba de vácuo que diminui a pressão interna e conectada a dois eletrodos em suas extremidades, estes ligados a uma bateria. Thomson concluiu que os raios catódicos são formados pelo fluxo de partículas menores que o átomo e com carga elétrica negativa, já conhecida como elétron. Assim, J. J. Thomson propôs que o átomo era formado por uma esfera de carga elétrica positiva com elétrons incrustados em sua superfície (PERUZZO; CANTO, 1995).

Em 1895, o físico alemão Wilhelm Röntgen também estudava as propriedades da eletricidade com tubos de raios catódicos, quando percebeu que havia a emissão de um tipo de radiação que ultrapassava alguns materiais e era capaz de impressionar uma chapa fotográfica. Este fenômeno, até então desconhecido, foi chamado por Röntgen de raios X. Por volta de 1897, Antoine Henri Becquerel resolveu procurar uma relação entre os raios X e a fosforescência (propriedade de certos materiais emitir luz por um curto intervalo de tempo) de uma substância de urânio (SANTOS; MÓL, 2013). Becquerel acreditava que colocando substâncias que contêm átomos de urânio sobre uma chapa fotográfica, embrulhada por um papel preto, e expondo-os à luz solar, eles emitiriam raios X e iriam impressionar a chapa fotográfica. O cientista surpreendeu-se ao observar que o urânio havia impressionado a chapa mesmo sem receber luz solar e deduziu que a emissão desses raios não tinha dependência com os raios X descobertos por Röntgen, nem com a luz solar, nem com a propriedade de fosforescência: eram emitidos dos próprios átomos do elemento urânio e concluiu que

os átomos de alguns elementos químicos são naturalmente radioativos, ou seja, emitem radiação, fenômeno este que ficou conhecido como radioatividade (SANTOS; MÓL, 2013).

As pesquisas sobre radioatividade se aprofundaram com os estudos do casal de químicos Marie Curie e Pierre Curie com minérios que emitiam radiação intensamente, os quais puderam identificar a existência de novos elementos químicos cujos átomos eram bastante radioativos: o rádio (Ra) e o polônio (Po). Apesar da descoberta sobre estes átomos radioativos e com os modelos atômicos até então propostos, ainda não era possível explicar a origem da radiação emitida por estes elementos, apenas hipóteses que eram intrínsecas à estrutura da matéria (SANTOS; MÓL, 2013). Desta forma, os cientistas sentiam-se desafiados a desvendar essa lacuna na estrutura da matéria.

Em 1897, físico neozelandês Ernest Rutherford estudando sobre as radiações emitidas pelos átomos de tório e urânio, observou que havia dois tipos de radiação e os definiu como *alfa* (rapidamente absorvida, baixo poder de penetração devido à sua elevada massa e partículas positivas) e *beta* (com maior poder de penetração e partículas negativas). Posteriormente, se interessou em fazer análise da interação dos tipos de radiação com lâminas de metais junto com Ernest Marsden e Johannes Hans Wilhelm Geiger (SANTOS; MÓL, 2013).

Para compreender as interações das partículas alfa e da matéria das lâminas de metais, os cientistas utilizaram uma placa de material fosforescente que emite luz quando tocada pela radiação alfa. Portanto, ao colocar uma fina lâmina de ouro entre a chapa fosforescente e o material radioativo, a luminosidade na chapa deveria parar, pois a lâmina de ouro deveria bloquear a passagem da radiação. Em suas observações perceberam que a maioria das partículas alfas emitidas atravessavam pelas lâminas e algumas partículas sofriam deflexões e reflexões por algo na lâmina de ouro (SANTOS; MÓL, 2013).

Diante dos fenômenos observados, por volta de 1911, Rutherford anunciou uma nova proposta para o modelo atômico até então aceito na comunidade científica da época. Sabendo que as partículas alfas possuíam cargas positivas, deduziu que havia alguma região no átomo com o mesmo tipo de carga que provocava os desvios, mas que também tinha espaços vazios, os quais eram possíveis as partículas alfas atravessarem, região onde estão os elétrons e refletem ou sofre desvios quando colidem com a região em que estão as cargas positivas. Então, o novo modelo propõe

que o átomo tem duas regiões: uma central chamada de núcleo, extremamente pequena, densa e com carga elétrica positiva; e outra região ao redor do núcleo, a eletrosfera, volumosa e constituída por partículas carregadas negativamente, denominadas elétrons (SANTOS; MÓL, 2013).

A carga positiva do núcleo cancela a carga negativa dos elétrons circundantes. Então, para cada elétron que está fora do núcleo deve existir uma partícula positiva que está dentro do núcleo. Estes estudos experimentais levaram à descoberta das partículas existentes no núcleo, as partículas positivas (prótons) e as partículas neutras (nêutrons). Os prótons foram descobertos em 1919 por Rutherford. Os nêutrons (partículas sem carga que tem aproximadamente a mesma massa do próton) foram descobertos em 1932 pelo cientista britânico James Chadwick com experimento semelhante ao realizado com bombardeamento de radiações de lâminas de metais feito por Ernest Marsden e Johannes Hans Wilhelm Geiger (BROWN et al, 2005).

A quantidade de prótons em um núcleo atômico de um elemento é referente ao número atômico, representado pela letra Z, do elemento. Henry Moseley foi o primeiro cientista a determinar os números atômicos dos elementos químicos. Moseley observou que quando os elementos são bombardeados com elétrons emitem raios X. Descobriu também que as propriedades dos raios X emitidos por um elemento são dependentes ao seu número atômico e assim tornou-se possível prever com precisão valores de números atômicos de todos os outros elementos químicos até então conhecidos (ATKINS; JONES, 2006).

O modelo proposto por Rutherford conseguiu explicar diversos fenômenos da radioatividade e estrutura da matéria, entretanto, havia alguns questionamentos que iam de encontro com a mecânica clássica. Para compreender a estrutura interna dos átomos é necessário observá-los de forma indireta através da radiação eletromagnética que eles emitem. A radiação eletromagnética é o resultado da ação do campo magnético e do campo elétrico oscilante que atravessa o vácuo na velocidade da luz. A luz visível, as micro-ondas, ondas de rádio, o infravermelho, a radiação ultravioleta e os raios X são exemplos de radiação eletromagnética (ATKINS; JONES, 2006).

A radiação eletromagnética é útil para estudar os átomos pois um campo magnético interage com partículas carregadas, como os elétrons. Quando um elétron interage com um feixe de luz, o campo elétrico da luz empurra-o em uma direção e depois na direção oposta periodicamente formando ciclos, ou seja, o campo oscila em

direção e intensidade que é denominado de frequência de uma onda eletromagnética. A onda se caracteriza pela amplitude (altura) e pelo comprimento de onda (distâncias entre os dois máximos sucessivos). Comprimentos de ondas diferentes estão relacionados a regiões diferentes do espectro eletromagnético. Nossos olhos só conseguem visualizar a radiação de comprimento de onda entre, aproximadamente, 400 nm e 700 nm, intervalo chamado de luz visível. A cor da luz depende do comprimento de onda ou da sua frequência. Comprimento de onda e frequência são inversamente proporcionais (ATKINS; JONES, 2006).

Algumas análises qualitativas mostravam que quando se aquece um objeto, ele brilha com maior intensidade e a cor da luz emitida parte do vermelho até chegar ao branco. Isto instigou os cientistas a medirem quantitativamente a intensidade da radiação em cada comprimento de onda variando apenas a temperatura. O corpo negro, como ficou conhecido, não absorve nem emite radiação em determinado comprimento de onda especial. Os cientistas tentaram criar um modelo para explicar as leis da radiação do corpo negro baseado na radiação magnética usando a física clássica. Porém, os resultados foram diferentes do que se esperava. A física clássica assegurava que qualquer corpo negro que estivesse em uma temperatura acima de zero emitiria radiação ultravioleta intensa, raios X e raios γ . Ou seja, de acordo com os pressupostos da física clássica “qualquer objeto muito quente deveria devastar a região em volta dele com suas radiações de alta frequência. Até mesmo o corpo humano, em 37°C, deveria brilhar no escuro” (ATKINS; JONES, 2006, p. 117).

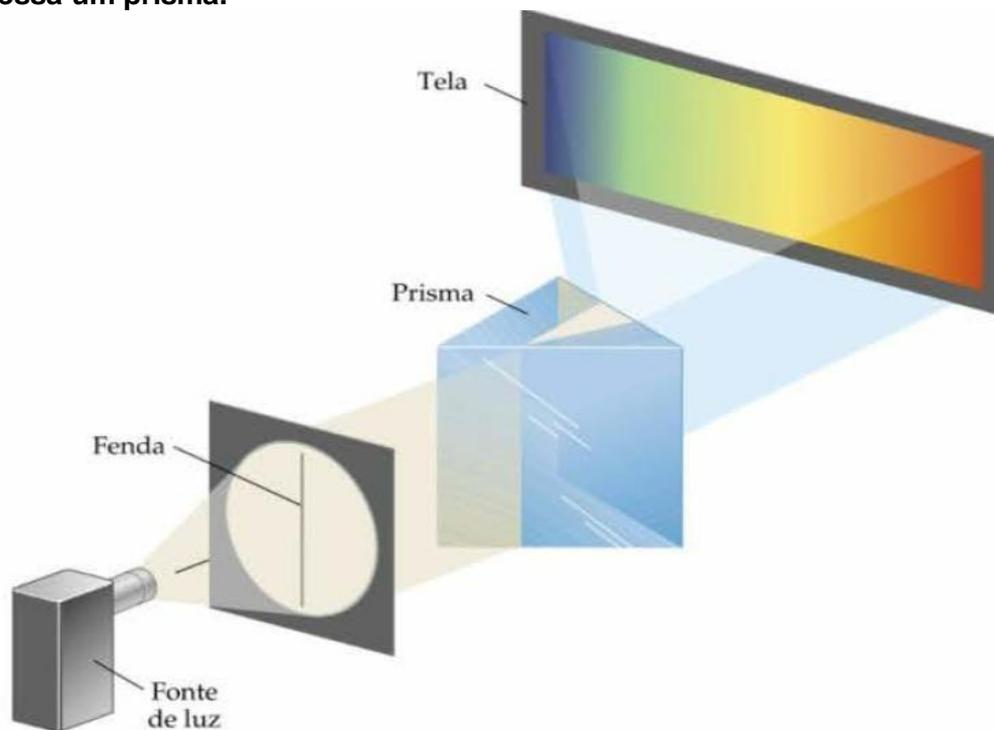
A explicação cabível a este fenômeno foi apresentada pelo físico alemão Max Planck, com a ideia que a troca de energia entre a radiação e a matéria ocorre em pacotes de energia, denominado por ele de *quanta*. Planck direcionou seus estudos aos átomos quentes do corpo negro que oscilavam rapidamente em uma frequência ν e só podiam trocar energia com a sua vizinhança em *quantas* de energia múltiplos de $h\nu$, onde h é a constante de Planck. Esta hipótese aponta que em temperaturas baixas não há energia suficiente para o objeto gerar radiação ultravioleta de alta frequência na intensidade teorizada pela física clássica (ATKINS; JONES, 2006).

Contrariamente à física clássica, surge o que conhecemos hoje como física quântica, onde Planck propôs descrever a transferência de energia em pacotes discretos e baseou-se em outras evidências necessárias para justificar sua teoria. Uma delas é o efeito fotoelétrico defendido por Einstein, em outras palavras, a emissão de elétrons de um metal a partir da irradiação de sua superfície. Esta emissão

só ocorre com frequência de radiação superior de um determinado valor característico do metal e, quando este efeito ocorre, os elétrons são ejetados imediatamente com energia cinética proporcional à frequência da radiação incidente. Desta forma, Einstein explicou que a radiação eletromagnética é feita de partículas chamadas de fótons, em que cada fóton pode ser considerado como um pacote de energia relacionado com a frequência da radiação, como mostrado pela equação $E=h\nu$. Portanto, os fótons da luz ultravioleta têm mais energia que os fótons da luz visível, pois têm frequências menores. Este modelo evidencia que a cor de cada feixe de luz é intrínseca à energia presente em cada fóton e a intensidade da radiação indica o número de fótons presente (ATKINS; JONES, 2006).

A teoria do quantum de energia defendida por Planck e o efeito fotoelétrico explicado por Einstein serviram como base para a compreensão de como os elétrons estariam distribuídos no átomo. Quando a luz branca atravessa um prisma, é possível observar um espectro contínuo de luz. Quando a luz é emitida por um certo átomo como por exemplo o hidrogênio, observa-se que a radiação tem um certo número de componentes ou linhas espectrais. Em 1913 o físico dinamarquês Niels Bohr propôs uma explicação teórica do espectro de linhas (espectro contendo apenas radiações de comprimentos de onda específicos) e para o espectro contínuo (espectro contendo luz de todos os comprimentos de onda), como podemos observar na Figura 2 (BROWN et al, 2005).

Figura 2. Espectro visível contínuo produzido de um feixe estreito de luz branca que atravessa um prisma.



Fonte: BROWN et al, 2005, p. 189.

Para explicar o fenômeno observado no espectro de linhas do hidrogênio, Bohr supôs que os elétrons se moviam em órbitas circulares ao redor do núcleo. Porém, de acordo com a física clássica, partículas carregadas que se movimentam em uma trajetória circular perderiam energia continuamente pela emissão de radiação eletromagnética. Já que o elétron perde energia, ele deve mover-se em forma de espiral em direção ao núcleo. Bohr abordou esse problema adotando a ideia de Planck de que as energias eram quantizadas e baseou seu modelo em três postulados (BROWN et al, 2005, p. 190):

1. Somente órbitas de certos raios, correspondendo a certas energias definidas, são permitidas para os elétrons em um átomo.
2. Um elétron em certa órbita permitida tem certa energia específica e está em um estado de energia 'permitido'. Um elétron em estado de energia permitido não irradiará energia e, portanto, não se moverá em forma de espiral em direção ao núcleo.
3. A energia só é emitida ou absorvida por um elétron quando ele muda de um estado de energia permitido para outro. Essa energia é emitida ou absorvida como fóton.

De acordo com Brown (2005), Bohr propôs que os elétrons têm diferentes quantidades de energia. Essa quantidade de energia é fixa e denominada nível de energia. Os diferentes níveis de energia identificados para os elétrons são

representados pela letra n (número quântico principal). Os elétrons que estão nos níveis energéticos mais baixos ocupam uma região mais próxima do núcleo; os que estão em níveis energéticos mais altos ocupam regiões mais afastadas.

Quando elétrons dos átomos absorvem energia suficiente, são excitados para órbitas (níveis de energia) mais externas, ao retornarem para o estado fundamental liberam essa energia na forma de luz, com comprimento de onda (λ) que compreende as faixas de energia do espectro eletromagnético, dentre elas a faixa do visível, o que possibilita a visualização das diferentes cores observadas, por exemplo, nos fogos de artifício, nos corantes, nas *lightsticks*, entre outros (SILVA et al., 2014).

4 METODOLOGIA

4.1. UNIVERSO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma escola pública da rede estadual de ensino da cidade de Serra Talhada - Pernambuco, localizada no sertão do Pajeú. A escola selecionada por causa da disponibilidade e aceitação da proposta foi a Estadual Methódio de Godoy Lima, localizada na zona urbana do município, e oferece aos jovens da região do Sertão do Pajeú curso básico de Nível Fundamental, Nível Médio e EJA. A escola possui um público de 1140 alunos, sendo 553 alunos do ensino médio, que geralmente são da zona rural e dos bairros periféricos.

A oficina didática interdisciplinar foi realizada em uma turma do 1^a ano do ensino médio com a participação de 22 alunos. Esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa de pesquisa, em que “não é preciso trabalhar com a totalidade da população; deve-se atuar com um pequeno grupo que permita ao pesquisador conhecer bem o objeto de estudo” (SILVEIRA, 2009), trabalhar no ambiente natural, e considerar a natureza interpretativa e descritiva dos dados. Todos os momentos da oficina foram videogravados para posterior análise.

4.2 ETAPAS DA OFICINA

Etapa 1: Matéria contínua ou descontínua?

Brainstorming com o questionamento: “Como é formada microscopicamente a matéria?” Houve a exploração das concepções prévias que os alunos sabem sobre o assunto.

Posteriormente, foi realizada a observação da seguinte situação:

- Dois alunos adicionaram a dois béqueres uma porção de feijões e em seguida foi questionado a todos alunos se os béqueres estavam cheios ou vazios. Em seguida, adicionou-se uma porção de arroz e mais uma vez foram questionados sobre a capacidade do arroz também está dentro do béquer, uma vez que o mesmo já estava preenchido. Por fim, foi adicionado uma porção de sal (NaCl), e provocado mais um

momento de reflexão sobre a adaptação das partículas dos materiais utilizados ao meio que hipoteticamente estava cheio¹.

Durante esta etapa abordou-se também grandezas e medidas com enfoque matemático, afim de relacionar com os tamanhos dos materiais investigados.

Objetivo: Provocar reflexão nos alunos sobre o pensamento de matéria descontínua, mostrando-os que existe espaço vazios na matéria.

Estratégias de interação: Por meio da dialética com a seguinte reflexão: se um meio é contínuo, como ele poderia ser atravessado por outros?

Recursos: 2 béqueres de 500 mL, porção de feijão, arroz e sal (NaCl).

Como foi mostrado a limitação desse modelo: Foi debatido que do ponto de vista macroscópico, a matéria aparenta ser contínua, porém, do ponto de vista microscópico é formada por partículas, então, é descontínua por mais que não possamos enxergar e para isso os cientistas criam modelos para representar fenômenos que não são observáveis.

Avaliação: Os alunos foram avaliados em relação ao poder argumentativo e interação do grupo.

Etapa 2: O que é um modelo científico?

Nesta etapa os alunos se dividiram em grupos e a pesquisadora distribuiu 3 caixas lacradas com objetos distintos dentro. Em seguida, os alunos foram instigados a refletir e a descrever sobre as características dos objetos que estão no interior da caixa, sem abri-las. Foi solicitado que os grupos chegassem a um consenso das características e desenhassem o objeto que acreditavam estar dentro da caixa.

Posteriormente, discutiu-se sobre o modelo anatômico do corpo humano como ferramenta educacional para estudar e explicar estruturas internas e externas do corpo humano.

Foi dialogado sobre o método utilizado pelos cientistas para construção de hipóteses e discussão histórica sobre a tecnologia disponível na época.

No fim desta etapa, foi introduzido o primeiro modelo atômico pela leitura do texto: “A hipótese atômica de Dalton” (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 138) sobre as características do modelo de Dalton e em seguida houve a solicitação para desenharem ou produzirem o modelo com massinha de modelar e bolas de isopor.

¹ Este experimento foi elaborado a partir das discussões entre os pesquisadores durante processo de construção da oficina com o intuito de discutir a descontinuidade da matéria com materiais alternativos e de baixo custo.

Objetivo: Promover a percepção de que os cientistas elaboram modelos na tentativa de explicar o mundo que nos rodeia e introduzir através de discussões o modelo atômico criado por Dalton a partir dos estudos dos gases e das leis ponderais.

Estratégias de interação: Através da compreensão do fenômeno construído coletivamente através de um processo hermenêutico-dialético.

Recursos: 3 caixas de papelão, 3 objetos (rolha de garrafa, bola de gude e um cubo mágico), papel de presente para cobrir as caixas e o boneco do corpo humano.

Como foi mostrado a limitação desse modelo: a pesquisadora abordou que modelos é um método utilizado pelos cientistas para representar a realidade e ressaltou que a tecnologia disponível na época era limitada.

Avaliação: Neste momento, a avaliação foi realizada mais por perguntas do que respostas em um processo hermenêutico-dialético.

Etapa 3: Pilha Humana

Nesta etapa, os alunos foram convidados a montar um sistema que conectasse as placas de zinco e cobre em um voltímetro e observarem o fenômeno ocorrido. Em seguida, foi realizado vários testes entre eles com mediação da pesquisadora e lançada proposta de ficarem de mãos dadas. Os alunos que ficaram na extremidade tocaram em placas de metais de cobre e zinco conectadas ao voltímetro². Posteriormente, foram estimulados a argumentarem sobre a diferença na voltagem observada e a explicarem o que causou, tendo em vista que não foi conectado à uma fonte de energia elétrica convencional.

Em seguida, foi proposto aos grupos que cortassem pedacinhos e papel e observarem o fenômeno da eletricidade ao esfregar uma caneta ou uma régua de plástico nos cabelos ou em um pedaço de lã e depois colocá-la em contato com pedacinhos de papel. Foram estimulados a explicar sobre o que provoca os pedacinhos de papel grudarem ao plástico.

Esta etapa contou com o auxílio de conceitos da Física (como por exemplo eletricidade estática) para embasamento das reflexões.

² Este experimento realizado foi uma adaptação do sistema proposto pela Escola Parque do Conhecimento de Santo André, disponível em: <<https://www2.santoandre.sp.gov.br/hotsites/sabina/index.php/a-sabina/experimentos/99-pagina-experimento-pilha-humana.>> Acesso em 13 de maio de 2019.

Posteriormente, foi discutido as limitações do modelo anterior e introduzido o modelo atômico proposto por Thomson, reaproveitando o modelo feito com a massinha de modelar e com bolas de isopor para que eles incluam os elétrons.

Objetivo: Promover a percepção dos alunos sobre a natureza elétrica da matéria e que nós seres humanos também somos matéria.

Estratégias de interação: Foi abordado num processo de complexidade.

Recursos: Placas de Zinco e Cobre, um voltímetro, réguas, canetas e pedacinhos de papel, massinha de modelar, lápis de cor, papel, bolas de isopor, pinceis e tintas.

Como foi mostrado a limitação desse modelo: Esclarecendo que é uma representação macroscópica de algo que acontece microscopicamente.

Avaliação: Os alunos foram avaliados de acordo com a compreensão do fenômeno e das relações com o contexto do ponto de vista da complexidade.

Etapa 4: Radioatividade x Modelo Atômico de Rutherford

Nesta etapa, os alunos foram convidados a formarem uma roda para leitura do texto de divulgação científica: “Madame Curie: Bela, Recatada e do Laboratório”. O texto foi elaborado pela pesquisadora baseado em Aquino (2011), Lima *et al* (2011) e na Revista *Super Interessante* (2011).

Após a leitura, abordou-se sobre aspectos socioculturais, políticos e sociais que fazem parte do processo de construção de teorias. Em seguida, foi discutido as limitações do modelo de Thomson, e as contribuições que o estudo da radioatividade e das partículas alfa e beta para a construção do modelo de Rutherford. Posteriormente, foi reproduzido uma analogia do experimento realizado por Rutherford, Ernest Marsden e Geiger utilizando materiais alternativos, como: pedaço de madeira de 50 cm por 50 cm, rolhas de madeiras e esferas de metal. Após a observação acerca dos fenômenos ocorridos, os alunos foram estimulados a interpretar o que aconteceu e em seguida abordado o modelo atômico sugerido por Rutherford.

Objetivo: Estimular a compreensão dos alunos de como é feita a ciência e que o contexto em que os cientistas estão inseridos pode contribuir ou atrapalhar o desenvolvimento das pesquisas. Desconstruir a ideia de que a ciência é masculina e que se estuda de forma isolada. E por fim, compreender a estrutura da matéria.

Estratégias de interação: Por meio da compreensão do fenômeno observado coletivamente através de um processo que envolve a hermenêutica e complexidade.

Recursos: texto de divulgação científica, pedaço de madeira de 50 cm por 50 cm, rolhas de madeiras e esferas de metal.

Como foi mostrado a limitação desse modelo: A partir de outro experimento com um ímã fixado na área inferior externa de alguidar de argila e uma esfera de ferro. A esfera de metal foi lançada para girar dentro do alguidar, e pelo magnetismo fixou-se no centro do alguidar. Após o momento de reflexão com os alunos, foi mostrado a limitação que Bohr observou no modelo de Rutherford, em que partículas carregadas que se movimentam em uma trajetória circular perderia energia continuamente pela emissão de radiação eletromagnética e colidiam com o núcleo atômico.

Avaliação: Foi observado se os alunos desenvolveram habilidades para explicação e imaginação para expressar os fenômenos observados.

Etapa 5: O átomo de Bohr

Inicialmente, foi realizado o experimento “Fábrica de Arco-íris” (ANEXO 1), em seguida foi observado o fenômeno que acontecia quando incidia luz da lanterna de um *smartphone* sobre um prisma para introduzir sobre espectros e as ideias de Bohr. Buscando explicar os fenômenos observados na reflexão das cores dos espectros, Bohr propôs que os elétrons se moviam em órbitas circulares ao redor do núcleo, e perderia energia continuamente pela emissão de radiação eletromagnética, movendo-se em forma de espiral em direção ao núcleo, que pode ser visualizado no momento seguinte.

Neste momento, deu-se continuidade ao modelo utilizado anteriormente para mostrar as limitações do modelo de Rutherford. Nas paredes do interior do alguidar foi depositada uma leve camada de pó de madeira e realizado o mesmo procedimento: a esfera será lançada para girar dentro do alguidar, e pelo magnetismo se fixará no centro do alguidar, porém, levando junto o pó de madeira. Esta analogia refere-se ao 3º postulado de Bohr e as diferentes energias presente nos níveis (camadas) de energia.

Por fim, para mostrar as transições eletrônicas de absorção e emissão de energia proposta no modelo de Bohr, realizou-se um teste de chama com as seguintes soluções aquosas a 0,5 mol/L de: NaCl, KCl, CuSO₄. 5H₂O, CaCl₂ e LiCl.

Objetivo: proporcionar a compreensão por parte do aluno de que os conceitos científicos são construídos ao longo dos anos de forma coletiva entre os cientistas, que os modelos propostos inicialmente não eram inferiores ao que conhecemos hoje

e que foram essenciais para o desenvolvimento de uma série de recursos tecnológicos e servem como base para explicar fenômenos até hoje.

Estratégias de interação: Através da compreensão do fenômeno observado coletivamente através de um processo que envolve a hermenêutica e complexidade.

Recursos: Espelho, bandeja funda, água, cartolina, alguidar, esfera de ferro, ímã, pó de madeira, álcool etílico, 5 cadinhos, 5 borrifadores e soluções aquosas 0,5 mol/L de: NaCl, KCl, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 e LiCl.

Avaliação: A discussão e reflexão sobre a energia presente na prática foi realizada coletivamente. Os alunos foram motivados a discutirem em grupos um modelo que represente os fenômenos observados a partir de suas reflexões.

Ao final da oficina, foi proposto que os alunos demonstrassem o que aprenderam em um relato de experiência para uma avaliação da oficina. Com os 4 modelos abordados, a sala de aula foi ornamentada com os modelos produzidos organizado como uma linha do tempo para sistematização dos conhecimentos construídos.

4.3 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS

A análise dos recursos, direções e construção de sentidos nos diálogos no contexto das oficinas didáticas interdisciplinares foram adaptadas da lista de observáveis proposta por Flores (2010), levando em consideração as teorias apresentadas no referencial teórico: dialogicidade, dialética, hermenêutica e complexidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para sistematizar os resultados e facilitar a compreensão dos dados de acordo com nossos objetivos propostos, organizaremos os resultados e discussão de acordo com as etapas da realização da oficina didática interdisciplinar.

Etapa 1: Matéria contínua ou descontínua?

De que forma os alunos participam das oficinas?

Os alunos participaram da oficina dispostos em grupos, de forma que pudessem visualizar os dois voluntários que estavam manuseando os experimentos.

Quem fala, fala para todos ouvirem?

Os alunos falam em um tom que todos pudessem ouvir, porém, a fala quase sempre era direcionada à professora.

Fala somente a professora?

Uma pequena parte dos alunos falaram, a maioria não interagiu neste momento, mesmo com o estímulo da professora. Após os alunos adicionarem feijões aos béqueres, a professora falou: se eu perguntasse a vocês se aqui existe espaços vazios vocês diriam o que? O aluno A11 (aluno voluntário) disse: *Existe!* Professora: aonde? Aluno A11: *no meio 'dos feijão'... na parte de baixo também tem!* Professora: e o béquer continua cheio ou vazio? Aluno A7 (aluno voluntário): *cheio!* Professora: de que? Aluno A11: *de feijão.* Professora: então vocês acreditam que se está cheio não é possível colocar mais nada dentro do béquer? Aluna A1: *Depende.* Professora: de que? Aluna A1: *do tamanho da coisa que vai colocar.* (Vídeo MVI 2653 Tempo: 2:38 – 3:23)

Fala só para um colega, ou grupo?

Falaram poucos educandos, sempre os mesmos. Os outros ficaram apenas observando.

Fala para si mesmo?

Não! A fala é *quase sempre* direcionada para a professora. Entretanto, nesta etapa, quando a professora explicava a diferença entre matéria contínua e descontínua, o aluno A13 disse: *ô tia, olha aqui a prova que tem espaços entre 'os feijão'*. O aluno argumentou mostrando aos colegas que estavam do lado e a professora, embora se referisse somente à professora na fala. Foi uma resposta à professora, demonstrada para os colegas. A professora questiona: então há espaços? Aluno A13: *Sim, cabe mais coisas, é descontínuo*. (Vídeo MVI 2654, tempo 01:56- 02:12). Isso nos mostra claramente a compreensão da descontinuidade da matéria e as relações que o aluno faz com a sua realidade.

É necessário que a professora requisite a participação de alguém durante a oficina?

A professora requisiu a participação de alguns alunos durante a primeira etapa, pois alguns estavam dispersos devido ao momento ser pouco usual na prática pedagógica. Quando estava conversando com os outros alunos que estavam sentados sobre a existência de espaço vazios da matéria, a professora insistiu para que o aluno A17 falasse a respeito do béquer com os materiais que estava com o aluno A11 à sua frente. A professora falou: A17 nesse sistema feito com o béquer há espaços vazios? Vem aqui ver de pertinho, A17. O aluno A13, falou que existia espaço vazio entre os feijões. A professora insistiu: espere aí, é A17. Vem cá A17. Onde tem espaço A17? Oi? É o que A17 isso aí? Sem obter nenhuma resposta ou manifestação de negação. O aluno permaneceu quieto e calado. (Vídeo 2655 Tempo: 00:05 - 00:35).

Em outros momentos da rotina esse aluno também participa pouco ou somente nesse momento?

O aluno A17 participa pouco das aulas mesmo compreendo todas as orientações dadas pela educadora durante a aula. A timidez e pouca interação deste aluno com a professora parece não causar uma dificuldade de aprendizagem pois em outros momentos em que precisa interagir com as colegas do grupo em que faz parte, interage de forma ativa, porém no momento da oficina, enquanto alguns dos estudantes queriam opinar sobre o fenômeno observado, ele recuava e demonstrava não querer comunicação com a professora. Em alguns momentos, a educadora requisiu a participação do mesmo por várias vezes, sem obter sucesso.

É necessário que a professora intervenha para alguém ser ouvido?

Não. A turma tem uma boa relação entre si, expõem suas posições e conseguem manter um diálogo amigável mesmo quando as opiniões são divergentes, respeitam a fala do outro ficando em silêncio enquanto o outro argumenta.

Algum aluno pede para que prestem atenção no que ele está falando?

Não.

O aluno consegue falar e ouvir os outros depois que ele falou, ou perde o interesse e se dispersa após falar?

Os alunos A11, A13 e A1 são muito participativos, sempre estavam expressando seu conhecimento, mesmo que de senso comum, sempre prestando atenção durante o momento da oficina, porém os alunos A21, A03, A05, A19 e A18 estavam dispersos e com atividades paralelas durante na maioria das discussões que ocorriam acerca desta etapa.

Contribui com o assunto que está em pauta, ou foge do assunto?

Os alunos A11, A13, A7, A14 e A1 contribui com a construção do conteúdo ativamente, argumentam, tentam encontrar uma solução, tentam explicar e convencer os outros alunos. Em alguns momentos tem brincadeiras, piadinhas ou bordões, mas nada que interfira no bom desempenho, pelo contrário, estimula aos outros estudantes a diminuírem a timidez de falar ou o medo de errar.

Trazem contribuições suas, ou repetem as falas de outro colega?

Durante o desenvolvimento desta etapa, os alunos que se expressaram demonstraram originalidade e segurança em suas falas. Quando a professora solicitou que os alunos adicionassem as porções de arroz e de sala aos dois béqueres que estavam cheios de feijões, e observassem o que acontecia e questionado se o recipiente estava cheio ou vazio, o aluno A13, disse que havia espaços e foi questionado sobre qual espaço ele estava falando e o aluno A13 disse: *tipo, os feijão não são do mesmo tamanho, do mesmo volume, daí não tem como fechar os espaços certinhos*. Depois ele mostra a colega A1 que havia argumentado que não tinha mais espaço, aponta que os espaço entre os feijões era visível e que ainda seria possível adicionar outros materiais para ocupar aquele espaço. O aluno A11 joga um punhado de arroz e fala: *ó, tá vendo que não cabe!* O aluno retorna A13 retorna e diz: *tem que*

dá umas batidinhas no béquer pra ajeitar os feijão e o arroz direitinho... Olha aí! Mostra ele batendo e organizando todo o material dentro do béquer.(Vídeo MVI, Tempo 00:25- 02:42).

Conseguem ouvir os colegas?

Em alguns momentos pontuais, todos queriam falar de uma só vez. Mas prevaleceu o respeito a fala do próximo na maior parte dos momentos, em que um aluno falava de cada vez e os outros o escutavam.

Aguardam sua vez de falar?

A maioria dos alunos aguardam a sua vez de argumentar, mas ainda têm alguns não respeitam a fala do colega e queria falar ao mesmo tempo. Outros se mantinham em silêncio mesmo que a professora solicite insistentemente a sua fala.

Quais conflitos surgem durante a oficina?

Durante a oficina, foi possível observar alguns conflitos de interpretações diante dos fenômenos observados, por exemplo: quando perguntados se o béquer estava cheio ou vazios, alguns responderam: está vazio e um aluno respondeu: está cheio de ar. A educadora concordou com a observação do aluno e acrescentou da mesma forma que os alunos discordavam das observações dos outros colegas, acontecia analogamente na comunidade científica, que as teorias surgiam de observações e pontos de vistas diferentes. Novamente houveram conflitos de interpretações quando adicionados os materiais. Enquanto um aluno defendia que estava muito claro que havia espaços vazios entre os feijões e que era possível adicionar outros materiais que tivessem tamanhos menores, outros dois alunos insistiam que o béquer já estava cheio de feijões, chegando ao seu volume limite.

Ocorrem disputas pela palavra?

Apenas com os voluntários que estão participando do experimento, pois querem argumentar ao mesmo tempo e principalmente porque as opiniões são divergentes.

Como os estudantes se expressam através da linguagem verbal oral nesses momentos: possuem um vocabulário variado?

Neste momento da oficina, os discentes possuem um vocabulário riquíssimo e variado de acordo com o contexto em que estão inseridos, o que deve ser respeitado e utilizado na construção do conhecimento, ao mesmo tempo que usam alguns conceitos científicos que já haviam estudados em ciências no ano anterior e conceitos de outras disciplinas.

Como é o tom de voz?

O tom de voz era alto e claro, tornando-se possível que todos os que estavam na sala compreendessem o que o outro havia falado.

Narram acontecimento, vivências em uma sequência lógica?

Sim, quando solicitei a adição dos outros dois materiais ao béquer, surgiram muitas respostas do tipo: vamos cozinhar? Vamos fazer baião? E o aluno A07 contou que assim como no béquer, na vida real também existem coisas tão pequenas que não é possível perceber os espaços entre elas. E que tinha que ter cuidado ao organizar os materiais dentro do béquer (copo experimental, como um deles adotou), pois era de vidro e ele já quebrou um.

Por quais assuntos os estudantes demonstram maior interesse, motivação para falar, dar opiniões, ideias?

Por todos os assuntos envolvendo a continuidade da matéria os alunos demonstraram interesse, no caso de mostrar que haveria possibilidade de adicionar grãos de arroz ao béquer que aparentemente estava cheio de feijão foi mais desafiador. O aluno A13 foi quem desde o início argumentou e tentou provar a todos os outros colegas mostrando seu raciocínio lógico. A cada momento que ele conseguia adicionar mais arroz e sal, e que esses materiais atravessavam os grãos de feijão, era possível sentir a curiosidade de seus colegas de como ele estava fazendo e se dava certo tentando no outro béquer.

Como podemos observar na Figura 3 e nos dados discutidos recentemente, é fundamental que no processo de ensino-aprendizagem a professora não se resuma em apenas mostrar o conceito pronto aos seus alunos com objetivo de compreensão a partir da leitura, mas que permitisse provocar discussão sobre os fenômenos observados, promover a reflexão e a criticidade, para que os estudantes enxerguem sua realidade de forma mais global, inspirando-se Silveira (2018) influenciado pelas

ideias de Hegel quando afirma que o pensamento humano é construído a partir de uma afirmação sobre o fenômeno colocado em discussão (tese) ao mesmo tempo que é realizado uma afirmação contraditória a afirmação feita inicialmente (antítese). Por fim, estas afirmações são colocadas em conflitos afim de buscar a totalidade que supere a tese e antítese, ou seja, as hipóteses que surgem a partir do estudo de determinada realidade, chamada de síntese.

Figura 3. Alunos discutindo sobre a descontinuidade da matéria.



Fonte: Dados da pesquisa.

Etapa 2: O que é um modelo científico?

De que forma os alunos participam da oficina?

Os alunos participam da oficina divididos em grupos, de forma que pudessem interagir com todos os participantes.

Quem fala, fala para todos ouvirem?

Neste momento, apesar de todos possuírem um bom tom de voz, a fala estava direcionada aos colegas do grupo, mesmo com a professora fazendo algumas perguntas, a discussão sobre as características dos objetos que estavam dentro da caixa era feita no grupo.

Fala somente a professora?

Não! Prevaleceu a discussão em grupo e pouco foi falado a professora.

Fala só para um colega, ou grupo?

Falam para todo o grupo. Os estudantes mostram-se demasiadamente curiosos em saber qual objeto está dentro da caixa e isto provoca várias discussões em grupo, chamando atenção para que o colega analise junto os sons, a massa do objeto, entre outras características.

Fala para si mesmo?

Sim. Eles posicionam a caixa perto do ouvido, fazem movimentos e especulam sobre o objeto ser pesado, leve, grande, pequeno, quadrado, esférico, se ocupam ou não muito espaço. Sempre atentos a cada movimento, como podemos observar na Figura 4. E quando chegam a uma conclusão, expõem ao colega do grupo.

Figura 4. Análise sensorial das caixas para criação de modelos científicos.



Fonte: Dados da pesquisa.

É necessário que a professora requisite a participação de alguém durante a oficina?

Durante este momento na oficina é necessário que a professora requisite a participação dos alunos para estimular a descrição das características que observaram. Foi requisitado que cada um falasse sobre o objeto e que fizessem analogias com algo que eles convivem no cotidiano. Professora: Grupo, o que vocês acham que tem dentro de cada caixinha? A13: *na primeira caixa tem uma bolinha de ferro*. Em seguida a professora se direciona para o restante do grupo perguntando se todos concordam com a fala com A13. Todos fazem sinal positivo. E a professora continua: e nas outras caixinhas? A13 levanta-se e fala para toda a sala: *naquela caixinha azul que tem uns negócios, eu acho que tem um potinho de tina guache*.

A11 que está no mesmo grupo discorda: *eu acho que tem uma bolinha de isopor daquela lá*. Fala apontando para a mesa com os materiais da oficina. Professoras: E vocês? Concordam? O aluno A13 se adianta e responde: *e na última caixa, as dos corações, eu acho que tem um rolinho de crochê*. (Vídeo MVI2668 Tempo: 00:02 – 01:04).

Em outros momentos da rotina esse aluno também participa pouco ou somente nesse momento?

Nos outros momentos, os alunos estão observando o que acontece após realizar uma série de movimentos na caixa e conversando sobre as características apenas com seus colegas que sentam ao lado. Porém, em outros momentos as alunas A19 e A22 são participativas com perguntas e correspondem aos estímulos realizados pela professora, o que nos faz acreditar que ficaram tímidas pelo fato de estarem sendo filmadas.

É necessário que a professora intervenha para alguém ser ouvido?

Sim. Após a aluna A20 expor as características do objeto e a professora provocar o debate com a colega do lado, a turma se dispersou conversando demasiadamente, necessitando de uma intervenção de maior autoridade da professora: *Gente! Gente, enquanto a colega fala quem tem educação escuta, tá? A outra equipe tá falando, vocês têm que respeitar a fala do outro!* (Vídeo MVI 2669 Tempo: 00:24-00:50).

Algum aluno pede para que prestem atenção no que ele está falando?

Não.

O aluno consegue falar e ouvir os outros depois que ele falou, ou perde o interesse e se dispersa após falar?

Nesta etapa da oficina os alunos são muito participativos, sempre estavam expressando suas opiniões e não ficaram dispersos durante o momento da oficina, porém os alunos A03, A05 e A06 estavam dispersos durante a maioria das discussões que ocorriam na oficina até que a professora intervisse.

Contribui com o assunto que está em pauta, ou foge do assunto?

Na maior parte do tempo os alunos contribuem de forma ativa com o assunto que está em pauta, com descrições criativas sobre os objetos que estão dentro da caixa. Demonstram curiosidade em saber se acertaram, principalmente após a professora iniciar a discussão sobre a importância de criação de modelos para a comunidade científica.

Trazem contribuições suas, ou repetem as falas de outro colega?

Os alunos demonstram originalidade em suas falas e em seus modelos criados. As características e analogias foram diferentes para cada grupo. Porém, dentro do grupo, geralmente só um falava e os outros apenas concordavam sem acréscimos ou opiniões divergentes.

Conseguem ouvir os colegas?

Ouvir os colegas não foi uma atividade tão simples, pois todos queriam falar ao mesmo tempo. Mas em alguns momentos, a professora fez perguntas direcionadas e então foi possível que um aluno falasse de cada vez e os outros o escutassem.

Aguardam sua vez de falar?

Alguns alunos esperam sua vez de falar, já outros ainda não respeitam a fala do colega e opinar ao mesmo tempo e com tom de voz mais alto. E a minoria ainda esperam que a professora convide com insistência a sua fala.

Quais conflitos surgem durante a oficina?

Durante a oficina surgiram alguns conflitos entre os grupos quanto às características dos objetos, como por exemplo:

- O que vocês acham que têm dentro da primeira caixinha?

E as respostas foram: é um objeto um pouco grande e fino. Um pouco pesado e quadrado. É pequeno, uma bolinha de gude. É uma bola de isopor grande!

Ocorrem disputas pela palavra?

Sim todos querem dar sua opinião de uma só vez. Quando perguntei sobre essas características citadas no tópico anterior, responderam quase que ao mesmo tempo e com opiniões divergentes.

Como os estudantes se expressam através da linguagem verbal oral nesses momentos: Possuem um vocabulário variado?

Possuem um vocabulário variado de senso comum e que demonstra o contexto que eles estão inseridos, o qual foi respeitado durante todo o processo de construção do conhecimento.

Como é o tom de voz?

O tom de voz era alto e claro, tornando possível que todos que estavam na sala de aula pudessem compreender o que o outro havia falado.

Narram acontecimento, vivências em uma sequência lógica?

Não. Apenas organizam as características a partir dos seus sentidos e fazem analogias com materiais que estavam na sala de aula. Não relacionam com suas vivências.

Por quais assuntos os alunos demonstram maior interesse, motivação para falar, dar opiniões, ideias?

Demonstram maior interesse em descobrir se as afirmações acerca dos objetos são correspondentes ao que realmente tem dentro da caixa e se o modelo criado por eles está semelhante com o proposto por Dalton.

Neste momento da oficina a interação entre os alunos durante o desenvolvimento da análise sensorial se dá por meio da reflexão, do sentir e do agir. Durante a construção dos sentidos é possível observar que existe transformações recíprocas e processuais do modelo que está sendo construído com alternativas para compreender e descrever a realidade, permitindo que o aluno conheça como é realidade da idealização de conceitos pela comunidade científica. A construção de novos significados surge a partir da comunicação, do diálogo entre os alunos, de acolher novas ideias, compreender o outro, estar aberto e flexível ao conflito de posicionamento contrários, relacionar teoria e prática, e valorizar saberes estabelecidos tanto pela cultura popular quanto pela tradição científica, inspirando-se em Hegel quando argumenta sobre dialética e Gadamer no pensamento hermenêutico.

Etapa 3: Pilha Humana

De que forma os alunos participam da oficina?

Os alunos participam da oficina divididos em grupos de trabalho para realização de atividades diferentes, de forma que no final pudessem interagir com todos os participantes e trocar experiências vivenciadas.

Quem fala, fala para todos ouvirem?

Apesar de falarem em um tom de voz alto possibilitando que todos pudessem ouvir, a fala quase sempre foi direcionada à professora ou para o colega do grupo. Não houve interação entre os grupos.

Fala somente a professora?

Quase todos os alunos nesta etapa falaram, sendo que alguns não interagiram no momento da realização da pilha humana, mesmo com a citação da professora para que falassem e participassem. A professora falou: gente, vocês sabem o que são essas plaquinhas? O aluno A13 se adiantou apontando: *Esse aqui é alumínio e o outro é cobre!* O aluno A11 discordou: *Esse aqui é zinco!* A aluna A12 opina: *Esse aqui é zinco, eu conheço que eu tenho um tio que trabalha com isso...* O aluno A07 argumenta: *eu acho que é ferro!* A aluna A12 levanta-se e vai até a professora, pega a plaquinha e confirma: *é zinco!* A professora complementa: alguns de vocês acertaram. Temos aqui placas de zinco e de cobre, ambas são metais. Metais são bons condutores de energia. (Vídeo MVI Tempo: 00:04- 01:11).

Fala só para um colega, ou grupo?

Falaram vários educandos, mas sempre os mesmos.

Fala para si mesmo?

Não. A fala sempre é direcionada para a professora. Quando a professora explicava o experimento que Thomsom fez com a ampola de Crookes, mostrando o desvio do feixe de elétrons provocada pela ação do campo magnético o aluno A07 disse: *ô tia, o imã (exemplo de campo magnético) tem energia, só que essa energia puxa...* O aluno A13 complementa: *a energia puxa a energia da energia.* Vídeo MVI2694, Tempo 00:03- 00:36. Isso mostra claramente a compreensão equivocada que o aluno

faz sobre a interação de atração eletrostática entre o feixe de elétrons emitidos na ampola de Crookes com campo magnético.

É necessário que a professora requisite a participação de alguém durante a oficina?

Sim. Apesar que neste momento da oficina quase todos os alunos participaram, seja na pilha humana, ou durante a análise da eletricidade gerada a partir do atrito entre a caneta e o tecido ou durante a produção do modelo atômico proposto com cargas elétricas, houveram alguns alunos que pareciam está estudando conteúdo de outras disciplinas e por mais que a professora chamasse a atenção, estes alunos continuavam dispersos da oficina.

Em outros momentos da rotina esse aluno também participa pouco ou somente nesse momento?

Nesta etapa, muitos alunos já estavam deixando a timidez de lado e interagindo ativamente argumentando sobre os fenômenos observados ou com a “mão na massa”. Porém, os alunos A05 e A17 por mais que fossem requisitados e estimulados a participarem em todos os momentos, não houve sucesso.

É necessário que a professora intervenha para alguém ser ouvido?

Sim. Foi necessária a intervenção com gestos ou palavras para que alguns alunos mantivessem a calma para ouvirem os outros, pois estavam agitados e apreensivos com medo de tomar choque elétrico do sistema produzido com voltímetro e as placas de zinco e cobre. Após acalmar a turma e prosseguir com a oficina, foi possível ouvir sobre a observação de cada acerca do fenômeno ocorrido.

Algum aluno pede para que prestem atenção no que ele está falando?

Não.

O aluno consegue falar e ouvir os outros depois que ele falou, ou perde o interesse e se dispersa após falar?

Os alunos A01, A06, A07, A11, A12 e A13 são muito participativos, interagem ativamente durante o processo de construção dos conceitos e estão sempre expressando seus conhecimentos, respeitando as opiniões divergentes. Porém, os

alunos A17 e A05 demonstravam falta de interesse pela oficina na maior parte do tempo.

Contribui com o assunto que está em pauta, ou foge do assunto?

Contribuíram de forma ativa durante a construção do conhecimento sobre o tema desta etapa. Os alunos demonstraram ter compreendido que a matéria tem cargas elétricas a partir dos 2 experimentos propostos, pois apesar do receio em tomar choque, argumentavam sobre a variação na voltagem observada no voltímetro após todos os alunos pegarem nas mãos e após perceberem que a caneta e os pedacinhos de papéis não tinha atração até que a caneta entrasse em atrito com um tecido e possuísse eletricidade estática grudando os papéis ao material de plástico da caneta, relacionando que a matéria tem energia e por isso que havia atração e variação na voltagem. Apesar de apresentarem alguns erros conceituais, é perceptível que eles se esforçam o máximo para explicar os fenômenos de acordo com os saberes relacionados à sua realidade.

Trazem contribuições suas, ou repetem as falas de outro colega?

Durante a oficina é possível perceber que os alunos expressam seus conhecimentos baseados em sua realidade com opiniões originais. Quando a professora perguntou sobre o que acontecia com o papel e a caneta após o atrito com o tecido, a aluna A6 disse: *o papel subiu, é igual a um ímã!* A professora questionou: e qual a diferença do que vocês observaram inicialmente? A aluna A1 argumenta: *antes estava frio, depois que esfregou ficou quente...quando esquenta têm energia.* (Vídeo IMG9817 Tempo: 00:06- 00:43).

Conseguem ouvir os colegas?

Sim. Neste momento ouvir os colegas não foi uma tarefa tão difícil, mesmo que todos tentassem falar de uma só vez, já se ponderavam e respeitavam a fala do outro.

Aguardam sua vez de falar?

A maioria dos alunos aguardam a sua vez de falar, enquanto outros ainda agem no impulso, mas logo em seguida consegue ouvir o colega. Uns ainda esperam que a professora solicite insistentemente a sua fala.

Quais conflitos surgem durante a oficina?

Durante esta etapa da oficina surge uma série de conflitos:

- Inicialmente há discussão sobre a composição das placas de metais.
- Alguns alunos com receio de sofrer choque elétrico no experimento da pilha humana, enquanto outros insistem para estes colegas participarem que não corre risco algum.
- Discussão sobre a variação de energia no voltímetro está relacionada com o suor das mãos e com a quantidade de pessoas de mãos dadas.
- Tentativa de explicar o porquê os papeis ficam grudados no plástico da caneta.
- Diferenças na representação da distribuição dos elétrons do átomo proposto por eles, conforme a Figura 5.

Figura 5. Representação do átomo de Thomson criado pelos grupos.



Fonte: Dados da pesquisa

Ocorrem disputas pela palavra?

Sim. Em alguns momentos todos queriam dá opinião em primeiro lugar, mas em seguida, aguardavam o colega expressar seu ponto de vista.

Como os alunos se expressam através da linguagem verbal oral nesses momentos: Possuem um vocabulário variado?

Nesta etapa, os estudantes possuem um vocabulário riquíssimo e variado de acordo com o contexto em que estão inseridos, mostrando diversas formas de interpretação do fenômeno observado, o que deve ser respeitado e utilizado na construção do conhecimento, já que o tema abordado, era um tema abstrato e que eles conseguiam fazer analogias significativas.

Como é o tom de voz?

O tom de voz era razoável, possível que todos os que estavam na oficina podiam compreender o que o outro havia falado.

Narram acontecimento, vivências em uma sequência lógica?

Sim, quando perguntei sobre a limitação do modelo de Dalton que defendia que o átomo era neutro, surgiram muitas respostas para explicar a carga elétrica presente no átomo, após as observações feitas na pilha humana e eletrização da caneta. É possível observar que os alunos associaram essas cargas elétrica a energia em todos os argumentos.

Por quais assuntos as crianças demonstram maior interesse, motivação para falar, dar opiniões, ideias?

Pela realização da pilha humana os alunos expressaram maior motivação para montar o sistema e não dispersaram em nenhum momento, sempre atentos as modificações no visor do voltímetro, buscando aperfeiçoar o sistema e superar os problemas que surgiam.

A terceira etapa da oficina predominou construção do conhecimento de forma processual e dinâmica, passível de reconstruções e que exige a interdisciplinaridade com o intuito de resolver problemas como o da pilha humana feita com o voltímetro e da eletricidade estática entre os pedacinhos de papeis e a caneta. Apesar dos alunos mostrarem erros conceituais em relação as teorias aceitas cientificamente durante as explicações, é perceptível que eles se esforçam juntos ao máximo para melhorar o experimento e explicar os fenômenos levando em consideração os saberes relacionado a sua realidade, onde os estudantes demonstravam suas visões subjetivas de como compreenderam o fenômeno observado, característica essa do pensamento da complexidade, que tem como objetivo superar a visão simplista através das diferentes falas de grupos sociais participantes da mesma realidade.

Etapa 4: Radioatividade x Modelo Atômico de Rutherford**De que forma os alunos participam da oficina?**

Os alunos participam da oficina divididos em grupos de trabalho para realização da etapa, e em alguns momentos no centro da sala para realização de atividades práticas, de forma que no final pudessem interagir com todos os participantes e trocar experiências vivenciadas.

Quem fala, fala para todos ouvirem?

Não. Esta etapa da oficina houve momentos intensos de timidez nas expressões. Todos os alunos foram convidados à leitura do texto de divulgação científica afim provocar debates sobre o tema, porém, a maioria dos alunos demonstravam dificuldades na leitura e timidez quanto ao timbre de voz. Além disso, os alunos foram estimulados a participarem da discussão sobre o contexto histórico retratado no texto, porém não houve sucesso, apesar de mostrar que compreendem os comandos dados pela educadora em todos os momentos da aula, essa timidez e pouca interação com a professora parece não determinar um problema de aprendizagem.

Fala somente a professora?

Quase todos os educandos falaram, sendo que alguns não interagiram no momento da leitura e do experimento, mesmo com a citação da professora para que participassem da leitura e de voluntários para que ainda não tivesse participado de alguma das atividades práticas.

Fala só para um colega, ou grupo?

Falaram poucos educandos, sempre os mesmos que argumentaram nas etapas anteriores.

Fala para si mesmo?

Não, a fala é quase sempre direcionada para a educadora. Durante a realização da atividade lançando as esferas de metal em direção do pedaço de madeira (como pode ser visualizada na Figura 6), as duas alunas envolvidas faziam observações e comentavam apenas com a professora. Uma afirmou que sempre as esferas iriam atravessar o pedaço de madeira. Já a outra aluna observou que algumas batiam e voltavam, inconformada porque não estava conseguindo fazer as esferas atravessarem, buscando identificar o que estava provocando os desvios das esferas. No experimento seguinte que fazia analogia à limitação do modelo proposto por

Rutherford, o aluno que realizou a atividade fez algumas modificações para melhorar o experimento, demonstrando ter domínio das limitações apresentadas pelo modelo, porém, o mesmo comentava em tom de voz baixo, falando para si.

Figura 6. Experimento análogo ao experimento realizado por Rutherford.



Fonte: Dados da pesquisa.

É necessário que a professora requisite a participação de alguém durante a oficina?

Era necessário que a professora requisitasse a leitura de cada aluno, pois alguns estavam com timidez, além disso, a educadora teve que estimular a participação de alguns alunos durante esta etapa da oficina, pois alguns estavam muito quietos, apenas como espectadores devido ao momento ter apenas três voluntários realizando as atividades práticas.

Em outros momentos da rotina esses alunos também participam pouco ou somente nesse momento?

Não. Nos outros momentos a maioria da turma participaram, neste momento a maioria apenas observaram e mantiveram em silêncio. Poucos alunos comentavam sobre os fenômenos observados, em seguida a professora estimulava a discussão, mas eles demonstravam ficar reflexivos sem se expressar muito, aparentemente não demonstra ser um problema de aprendizagem, pois os mesmos discutiam em tom de voz baixo com o colega do lado.

É necessário que a professora intervenha para alguém ser ouvido?

Não. Poucos alunos estão se expressando neste momento. Pelo contrário, a professora que provocava o posicionamento acerca dos fenômenos observados.

Algum aluno pede para que prestem atenção no que ele está falando?

Não.

Contribui com o assunto que está em pauta, ou foge do assunto?

Os alunos A07 e A11 contribuem ativamente na construção dos conceitos sobre o tema proposto. No momento em que estávamos discutindo sobre a limitação do modelo proposto por Rutherford, em que o elétron em órbita em torno do núcleo perderia energia colidindo com núcleo, o aluno A07 afirma: *isso acontece por causa da gravidade, da aceleração e perda de energia*. O aluno A11 complementa: *velocidade também!* Vídeo IMG 9831 Tempo 00:30 – 01:11.

Trazem contribuições suas, ou repetem as falas de outro colega?

Durante o momento da oficina os alunos que se expressaram demonstraram originalidade em suas falas. Quando a professora realizou o experimento com o pedaço de madeira, houveram várias formas de se expressarem e de lançarem as esferas. Tentaram lançar com maior e menor velocidade, as direções para lançar e atravessar, e os argumentos sobre o que impedia a passagem das esferas.

Conseguem ouvir os colegas?

Sim. Neste momento ouvir os colegas foi uma tarefa fácil, pois a maioria participou deste momento apenas observando, sem se expressarem muito com palavras, porém sempre atentos as atividades que os voluntários estavam exercendo. Estes que estava agindo, quando argumentavam, sempre respeitavam a fala do outro.

Aguardam sua vez de falar?

A maioria dos alunos aguardam a sua vez de falar. Uns ainda esperam que a professora solicite insistentemente a sua fala.

Quais conflitos surgem durante a oficina?

Durante a oficina, foi possível observar alguns conflitos, por exemplo, a educadora perguntou como as alunas poderiam explicar o que estava acontecendo naquele momento e quais semelhanças e diferenças com o modelo proposto por Thomson.

A aluna A1 observou que todas as esferas que ela lançava passava por baixo do pedaço de madeira, e argumentou: *o outro modelo diz que o átomo tem toda a esfera positiva e as cargas negativas grudadas. Mas se fosse toda positiva, essas bolinhas que também são positivas não teriam por onde passar.* A professora contribui: muito bem observado, A1. Foi justamente este pensamento que levou a Rutherford propor outro modelo, pois este defendido por Thomson tem esta limitação. A aluna A19 contribui: *Não! Nem todas as bolinhas de ferro passa direto, tem umas que batem e voltam, tem outras que vão pra o lado.* A professora colabora: Sim, A19. O novo modelo de Rutherford levou isto em consideração também, buscou explicar a reflexão e deflexão sofrida pelas partículas alfa. Em seguida a educadora apresentou a turma o modelo proposto por Rutherford, uma analogia do sistema planetário. (Vídeo IMG-9829 Tempo: 00:10 – 01: 11).

Ocorrem disputas pela palavra?

Não.

Como os alunos se expressam através da linguagem verbal oral nesses momentos: Possuem um vocabulário variado?

A interpretação que os alunos fazem dos fenômenos observados nos experimentos mostra que possuem um vocabulário riquíssimo e variado de acordo com o contexto em que vivem, o que deve ser respeitado e utilizado na construção do conhecimento, pois, apesar de se expressarem na maior parte do tempo com conhecimento de senso comum, os argumentos deles estão corretos para o meio científico. Portanto, se o tema abordado for discutido com uma linguagem próxima da realidade dos mesmos, fica mais fácil a assimilação de novos conceitos relacionados à disciplina.

Como é o tom de voz?

O tom de voz era bom e claro, de forma que todos os que estavam observando podiam compreender o que os voluntários havia falado.

Narram acontecimento, vivências em uma sequência lógica?

Sim, quando perguntei como eles poderiam explicar sobre a esfera que tinha sido lançada dentro do alquidat e estacionada no centro, surgiram respostas como: isso acontece por causa da gravidade, da aceleração, perda de energia e da influência da velocidade, mostrando que eles relacionaram o que observaram com conceitos que já foram estudados em outras disciplinas.

Por quais assuntos os alunos demonstram maior interesse, motivação para falar, dar opiniões, ideias?

Os alunos demonstraram interesse, no experimento com o pedaço de madeira, pois o fato dos resultados serem diferentes para as duas alunas causaram curiosidade em saber o que estava impedindo a passagem de algumas esferas. Ficaram insistindo para a professora falar ou mostrar o que estava impedindo.

Etapa 5: O átomo de Bohr**De que forma os alunos participam da oficina?**

Os alunos participaram da oficina dispostos em forma de círculos, de forma que pudessem visualizar todos os participantes e os fenômenos luminosos.

Quem fala, fala para todos ouvirem?

Sim. Neste momento os alunos mostram-se curiosos e motivados a resolver os obstáculos apresentados durante a realização dos experimentos. Falam em um bom tom de voz, com objetivo de ajudar os colegas, de fazer juntos!

Fala somente a professora?

Apesar da fala ter sido quase sempre direcionada à professora, neste momento houve maior interação entre os participantes dando dicas uns aos outros para melhorar o resultado dos experimentos realizados. Enquanto as alunas A03 e A04 posicionam a cartolina, a aluna A02 fala: *vira a cartolina um pouco pra cá, ó!* A aluna A12 diz: *espera aí, eu tô vendo um negócio colorido ali. Mas está parando* Apontando com a mão para a colega parar de movimentar a cartolina e observar o espectro contínuo. A professora colabora: *vocês têm que direcionar para refletir a luz do sol, não é mesmo? Aluna A12: para aquele lado ali?* Apontando para o céu em direção ao sol. Professora: *Sim!* Aluna A12: *E porque a senhora não disse antes?* Professora: *porque*

são vocês que têm que fazer... Aluno A13: professora, acho que têm que colocar mais água... Professora: então coloque, meu bem. Aluno A07: acho que tem que girar mais pra cá, a luz do sol tá aqui. Fala mostrando em direção ao sol. Aluno A13 colabora com a opinião do aluno A07: aqui não tem sol não, olha onde o sol tá ali, olha! Professora: então vamos para ali! Video IMG 9838, Tempo 01:14 – 02:30.

Fala só para um colega, ou grupo?

Falaram vários educandos para os colegas que estavam realizando os experimentos.

Fala para si mesmo?

Não, a fala é sempre direcionada para a educadora e para os colegas que estão dispostos no círculo.

É necessário que a professora requisite a participação de alguém durante a oficina?

Não. Pelo contrário, neste momento a maioria demonstrou interesse em participar. Os fenômenos luminosos chamaram a atenção dos estudantes, principalmente no momento do teste de chama simultâneo. Foi necessário a intervenção para a participação, com critério que neste momento iriam participar os alunos que não tinha participados nos outros momentos, com o objetivo que todos participassem ativamente da oficina.

Em outros momentos da rotina esse aluno também participa pouco ou somente nesse momento?

Sim. Neste momento os alunos envolvidos na realização da parte prática são os mais tímidos durante os outros momentos. Neste momento, de forma oportunista, que os alunos demonstraram interesse, foram instigados a realizarem o teste de chama (mesmo com medo do fogo), a buscarem solucionar as limitações apresentadas durante o desenvolvimento da fábrica de arco-íris e no melhoramento do sistema de produção do espectro contínuo realizado com um prisma, recursos que podem ser visualizados na Figura 7. Mesmo participando pouco dos outros momentos da oficina, estes alunos demonstraram que compreende os comandos dados pela educadora em todos os momentos da aula, essa timidez e pouca interação com a professora não

gera um problema de aprendizagem, em momentos em que necessita interagir com os demais colegas, interação de forma eficaz.

Figura 7. Fenômenos luminosos com teste de chama, espectro contínuo e fábrica de arco-íris.



Fonte: Dados da pesquisa.

É necessário que a professora intervenha para alguém ser ouvido?

Não. Os alunos respeitam a fala do outro mesmo quando os argumentos são divergentes. Escutam as opiniões e tentam resolver os problemas juntos.

Algum aluno pede para que prestem atenção no que ele está falando?

Não.

O aluno consegue falar e ouvir os outros depois que ele falou, ou perde o interesse e se dispersa após falar?

Os alunos A13 e A07 são muito participativos, sempre estavam expressando seu conhecimento e não se dispersaram durante o último momento, porém alguns alunos ficaram dispersos durante na maioria das discussões que ocorreram após finalizar as observações dos fenômenos.

Contribui com o assunto que está em pauta, ou foge do assunto?

Os alunos, A02, A03, A04, A12, e A13 contribuíram de forma ativa na construção do conhecimento sobre o tema proposto durante momento em que estávamos discutindo sobre os fenômenos observados para explicar o átomo de Bohr.

Trazem contribuições suas, ou repetem as falas de outro colega?

Durante o desenvolvimento desta etapa da oficina, os alunos que participaram demonstraram originalidade em suas falas, principalmente porque eles não buscavam se expressarem com termos apenas científicos, sempre interpretavam de acordo com situações vivenciadas em seu cotidiano. Quando a professora mostrou o espectro contínuo formado com o direcionamento do feixe de luz em um prisma e questionou sobre o que eles estavam observando, instantaneamente um aluno respondeu: *A luz está sendo refletida, só que ela está diferente. Com cores diferentes!* A professora continua: e o que torna ela diferente? O aluno responde: *Não sei! Ela está normal quando sai da lanterna do celular, depois que passa nesse negocinho (o aluno se refere ao prisma), ela fica colorida.* (Vídeo IMG 9833 00:02 – 00:27).

Conseguem ouvir os colegas?

Em alguns momentos ouvir os colegas não foi uma atividade simples, já que todos queriam participar de uma só vez. Mas na maior parte do tempo foi possível haver um diálogo, em que um aluno falasse de cada vez e os outros o escutassem.

Aguardam sua vez de falar?

Têm alunos aguardam a sua vez de falar, enquanto outros ainda não respeitam a fala do colega, sendo necessário a intervenção da professora. Outros ainda esperam que a professora promova insistentemente a sua participação.

Quais conflitos surgem durante a oficina?

Durante a oficina, foi possível observar alguns conflitos entre os alunos quando foram realizar o teste de chama, por exemplo:

- Tem que apertar pra borrifar no copinho.
- Tem que borrifar de pouquinho!
- Esse aqui tá saindo o ar só, tá apagando.
- Tá não!
- Não pode ficar apertando várias vezes.

Ocorrem disputas pela palavra?

Neste momento não ocorreu disputa para se expressar em palavras, porém, a maioria demonstrou interesse e disputa em participar com a mão na massa, buscando melhorar o que estavam fazendo.

Como os estudantes se expressam através da linguagem verbal oral nesses momentos: Possuem um vocabulário variado?

Os alunos possuem uma forma de se expressarem riquíssima e variada de acordo com o contexto em que estão inseridos, que foi respeitado e utilizado na construção do conhecimento e assimilados com os conceitos já que o tema tratado não era um tema muito próximo da realidade dos discentes, buscando facilitar a compreensão e amenizar a abstração.

Como é o tom de voz?

O tom de voz era razoável, possibilitando que todos os que estavam na oficina podiam compreender o que o outro havia falado.

Narram acontecimento, vivências em uma sequência lógica?

Sim, quando perguntei porque as cores ficaram diferentes nos cadinhos onde estavam realizando o teste de chama, surgiram algumas respostas e a aluna A02 contou que já havia observado a mudança na coloração da chama antes quando sua mãe estava cozinhando e caía sal no fogão, que ficava amarelinho. E quando a professora falou que nos fogos de artifícios acontecia de forma análoga ao experimento que eles estavam realizando e perguntou o que causava a diferença nas cores dos fogos, o aluno A21 disse que durante a fabricação dos fogos eles colocam alguma coisa diferente em cada um, por isso apresentam cores diferentes.

Por quais assuntos os alunos demonstram maior interesse, motivação para falar, dar opiniões, ideias?

Por todos os assuntos envolvendo os fenômenos luminosos demonstraram interesse, porém, no caso do teste de chama que envolvia fogo a interação foi mais efetiva, pois não havia contato diário com experimentos deste tipo, o que lhe despertaram mais curiosidade.

Nas duas últimas etapas, que abordava o modelo de Rutherford e de Bohr, mostra que é fundamental a utilização do embasamento teórico para explicar a prática. Esta articulação, essencial para um bom desempenho nas oficinas, permite aos alunos a reflexão sobre os conceitos estudados e os fenômenos observados, assim, favorece que os discentes interiorizem o conteúdo a partir de sua realidade, pois a participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento promove aprendizagem significativa. Desta forma, os diálogos entre os alunos nestas etapas são descritos pelas hermenêutica e a complexidade, que busca repensar suas conjecturas com práticas mais reflexivas. As interações no aprendizado dos estudantes possibilitam ações, trocas entre os pares, o reconhecimento de acordo suas experiências e vivências, faz interpretações e compreensões diante dos fenômenos observados, inspirando-se em Gadamer quando afirma que é necessário estar aberto para novos olhares, para novas perguntas e respostas como o meio comunicativo entre os educandos e a educadora. Inspirando-se também pelas ideias de Morin quando fala de complexidade, em que a aprendizagem se faz de forma processual e dinâmica, passível de reconstruções a partir de relações socioculturais.

Para os últimos quatro tópicos da lista de observáveis proposta por Flores (2010) obtivemos resultados comum as 5 etapas, desta forma organizamos em um único texto.

Eles sentam do lado de quem na oficina?

Sentaram em grupos ao lado do colega com o qual tinham uma maior afinidade.

Variam ou sentam sempre do lado dos mesmos colegas?

Sempre sentam do lado do mesmo colega com quem tem mais afinidade, que já tem uma amizade para além da sala de aula, pois moram no mesmo distrito próximo a escola ou no mesmo bairro.

Quem são esses colegas?

Os colegas são amigos que estudam juntos desde o ensino fundamental e que moram em locais bem próximos. Por exemplo, os alunos A11, A12, A13, A14, A15 e A16 moram no mesmo distrito situada a aproximadamente 32 quilômetros da escola. O aluno A9 e A10 que estava ao seu lado moram na mesma rua, aproximadamente 100 metros de sua casa.

Isso influencia na participação, concentração, atitudes delas nesse momento?

Sim o local onde sentam é muito importante, pudemos observar que os alunos A11 e A13 que estavam o tempo todo interagindo, como ao mesmo tempo os alunos A9 e A10 estavam dispersos sem se incomodarem com a fala da professora e sem interagir com os colegas no momento da discussão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As oficinas didáticas interdisciplinares promovem grandes momentos de interação entre os aluno-aluno e aluno-professor de forma diferente a qual estamos acostumados a nos depararmos no ensino médio, pois o aluno é direcionado a promover aprendizagem participando ativamente do processo de construção de conhecimento.

Esta metodologia auxilia a construção de significados e na interiorização dos conhecimentos científicos resultados pela proposta de maior interação entre os sujeitos, maior trabalho com perguntas e respostas, promovendo a alteridade, a relação com o próximo e a compreensão de que o ser humano está em constante formação no processo construção de conhecimentos.

Nós propomos a ODI como uma metodologia que pode ser aproveitada em qualquer escola, pois promove interação discursiva, que é dialética, hermenêutica, complexa e dialógica, trata-se de uma metodologia que os estudantes aprendem fazendo, praticando conteúdos de acordo com objetivos previamente planejados e temas organizados, que podem ser desenvolvidas dentro da sala de aula como também ao ar livre, com materiais alternativos e de baixos custos, sem a necessidade de estruturas sofisticadas.

Durante a preparação de uma oficina o professor desempenha um papel muito importante que vai desde o planejamento do tema a ser trabalhado até a culminância da oficina. Portanto, o professor deve estar bem preparado quanto ao tema e aberto a novos olhares, a pluralidade da sala de aula, a ser flexível para novas ideias, a ser aberto para novos diálogos com outras disciplinas, a respeitar a vivência dos alunos e aproveitar o cotidiano do aluno para promover aprendizagens, ou seja, o professor deve compreender que a bagagem de conhecimento de senso comum estará

presente e será presente na construção significativa do conhecimento científico, que é preciso articular, discutir, criticar, mas não descartando-o.

O aluno também tem de estar disposto a participar ativamente da construção do conhecimento. Uma vez que é necessário que os estudantes superem as inseguranças em expressar-se, que desenvolvam autoconfiança e aceitem a possibilidade de errar ao ponto de perceberem que o erro é o caminho para aprendizagem, que respeitem os próprios limites e os limites dos colegas da sala de aula, que respeitem suas opiniões contrárias.

Portanto, as falas não precisam ser direcionadas apenas a professora, pois a aprendizagem é dinâmica e através das interações entre os alunos e com o professor, que há transformações recíprocas e processuais sobre o objeto que está sendo construído. Nesta pesquisa, alguns alunos expressaram suas opiniões constantemente, outros tiveram pouca participação, apesar que todos tivessem a mesma oportunidade de se expressar. Acreditamos que a falta de expressão de alguns alunos é proveniente da timidez em falar em público, por medo de serem oprimidos pela professora ou pelos próprios colegas, pois quando a professora distanciava um momento, estes alunos mais tímidos expressavam-se espontaneamente com o grupo ao qual ele integrava.

As ODI tratam-se de uma metodologia importante na promoção de diálogo entre os alunos, tornando propícia à construção do conhecimento mútuo através da interação entre os mesmos. Porém, isto não nos garante que a interação entre os alunos ocorrerá em sua totalidade, como por exemplo a limitação que foi observada neste estudo, em que o aluno A17 teve pouca participação da aula, mesmo compreendendo todas as orientações dadas pela educadora. A falta de interação deste aluno com a professora parece não causar uma dificuldade de aprendizagem, pois o aluno interage com as colegas do grupo em que faz parte forma ativa. Mesmo em alguns momentos a educadora insistiu para a participação ativa do aluno, mas não obteve sucesso.

Outra limitação importante que foi observada é a falta de dialogicidade de alguns alunos com seus colegas, pois na maioria das vezes para se expressar, estes alunos dirigiam-se apenas para a professora para debater e expor suas opiniões, quando se esperava que isso ocorresse entre os colegas da turma. O inverso também ocorreu. No início da turma obtivemos alunos que estavam calados e quietos, mas

que depois da metade da oficina participaram ativamente, demonstrando ter motivação e interesse no que estava fazendo, bem como melhorar os experimentos em algumas situações, tornando claro que os conceitos abordados estavam abertos a modificações e que os alunos são peças fundamentais para o desenvolvimento, proporcionando a posição horizontal de interação entre alunos e professor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria da Conceição. et al. **Ensaio de Complexidade**. Porto Alegre: Sulina, 1997, 271 p.

AMORIM, M. C.M. “**O humano em Edgar Morin**: contribuições para a compreensão da integralidade na reflexão pedagógica”. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2003.

ANDER-EGG, E. **El taller una alternativa para la renovación pedagógica**. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata, 1991.

ANDRADE, Rosamaria Calaes de. **INTERDISCIPLINARIDADE - Um novo paradigma curricular** (S.a). Disponível em <<http://www.ufpa.br/ensinofts/interdisci.html>> Acesso em 21 de abril de 2019.

AQUINO, Kátia Aparecida da Silva; AQUINO, Fabiana da Silva. **Radioatividade e meio ambiente**: os átomos instáveis da natureza – São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. Coleção Química no Cotidiano, v.8, pág. 16 à 38, 2012.

ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Princípios de Química: questionando a vida moderna o meio ambiente**. 3 ed. Guanabara Koogan, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BROWN, Theodore L.; LEMAY, H.Eugene Jr.; BURSTEN, Bruce E. **Química, a ciência central**. São Paulo : Pearson Prentice Hall , 2005.

CUBERES, Maria Teresa G. **El taller de los talleres**. Buenos Aires: Estrada, 1989.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade**: Didática e prática de ensino. Revista Interdisciplinaridade, n. 6, p. 9- 17, 2015.

FLORES, Sabrina Bezerra. **Roda de conversa e resolução de conflitos na educação infantil**, 2010.30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de pedagogia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GADAMER, Hans-Georg. **Hermenêutica em Retrospectiva**: Heidegger em retrospectiva. Volume I. Tradução de Marco Antônio Casanova. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2007.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 400 p.

GIL-PÉREZ, D. et al. **Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências**. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GODOY, H. P. **Interdisciplinaridade: uma nova abordagem científica? Uma filosofia da educação? Um tipo de pesquisa?** Revista Interdisciplinaridade, v.1, n. 4, 2014, p.65-69.

LIMA, R.S., PIMENTEL, L.C. F.; AFONSO, J. C. **O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX**. Química Nova na Escola, Vol. 33, n. 2, maio, 2011.

MIRABENT PEROZO, GLORIA: **¡Aquí, talleres pedagógicos!**, En Pedagogía Cubana, n. 6, La Habana , 1990.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A.H. . **Química** – Ensino Médio – Volume 1. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

OLIVEIRA, G. C. A.; NETO, A. T. **Inter, Trans, Pluri e Multi (Disciplinaridade). Como esses conceitos contribuem para a sala de aula do professor de Língua Nacional?**. Anais do Simpósio Linguagens e Identidades da/na Amazônia Sul-Occidental, n. 1, 2016.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. **Oficina temática Composição Química dos Alimentos: Uma possibilidade para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola. 2014; 36(4):289-296.

PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**, v. 1. São Paulo: Moderna, 1995.

Revista Super Interessante. **Marie Curie**. 2016. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/historia/marie-curie>.> Acesso em: 19/06/16 às 17h23.

SCHNETZLER, R.P. e ARAGÃO, R.M. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química**. Química Nova na Escola, n. 1, p. 27-31, 1995.

SANTOS, K. C.; SANTOS, P. A.J. **Gadamer e a formação docente: Contribuições do diálogo hermenêutico na educação**. 2015

SANTOS, Wildson L. P.; MÓL, Gerson S. **Química Cidadã**. volume 1 : ensino médio : 1º série / Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gerson de Souza Mól , (coords.) . -- 2. ed. -- São Paulo : Editora AJS, 2013. -- (Coleção química cidadã).

SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E.; BRAIBANTE, H. T. S.; PAZINATO, M. S.; TREVISAN, M. C. **Oficina temática: uma proposta metodológica para o ensino do modelo atômico de Bohr.** *Ciência e Educação.* 2014; 20(2):481-495.

SILVEIRA, Thiago Araújo da. **Concepções didáticas do uso de vídeos de professores de Ciências.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SILVEIRA, Thiago Araújo da. **A dialética e a dialogicidade freireana como fundamentos teóricos para a elaboração de oficinas didáticas interdisciplinares para o ensino médio.** *In: X COLÓQUIO INTERNACIONAL PAULO FREIRE, 09, 2018, Recife. Anais [...].* Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328343663_A_DIALETICA_E_A_DIALOGICIDADE_FREIREANA_COMO_FUNDAMENTOS_TEORICOS_PARA_A_ELABORACAO_DE_OFICINAS_DIDATICAS_INTERDISCIPLINARES_PARA_O_ENSINO_MEDIO> . Acesso em 18 de mar. 2019.

SILVEIRA, Thiago Araújo da. **Análise das orientações conceituais e metas de formação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência de Ciências.** 2017. 263 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

VALLE, María Esther Chablé. **El taller como estrategia para el fortalecimiento y desarrollo de los valores en el niño preescolar.** 2009. 188 f. Tesis (Maestra En Pedagogía Y Práctica Docente) - Universidad Pedagógica Nacional, Campeche, 2009.

VIEIRA, E. VOLQUIND, L. **Oficinas de ensino? O quê? Por quê? Como?** / Elaine Vieira, Léa Volquind – 4 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

ZAMPIETRO, Linei Matzenbacher. **O Pensamento complexo de Edgar Morin e a conjugação verbal em livros didáticos de PLE.** (S/a). Disponível em: <http://www.letras.pucRio.br/unidades&nucleos/publicacoes/ccci/Textos%20revisados/O%20Pensamento%20Complexo%20de%20Edgar%20Morin.pdf> Acesso em: 23 de abril de 2019.

ANEXOS

ANEXO 1:

FÁBRICA DE ARCO-ÍRIS

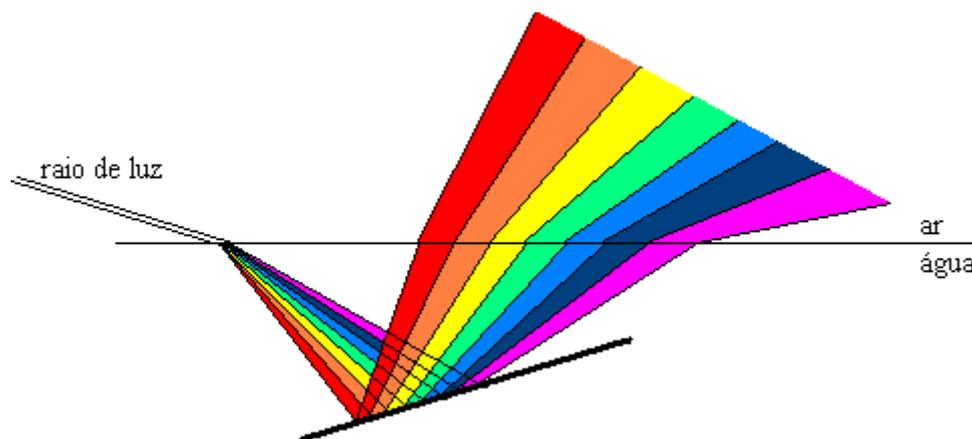
Objetivo

O objetivo deste experimento é decompor a luz, mostrando que ela é formada por componentes coloridas.

Contexto

A luz normal, também chamada de luz branca, assim como a cor branca, é a formada por componentes de luz de todas as cores. Só podemos perceber que cada objeto tem sua cor porque quando luz branca incide sobre ele, este reflete a cor que o pigmento consegue emitir. Um objeto de cor vermelha, por exemplo, apesar de estar recebendo todas as cores, só reflete a componente vermelha; um objeto branco reflete todas as componentes e não absorve nenhuma; um objeto preto absorve todas as cores e não reflete nenhuma. Por isso é que quando estamos expostos ao sol, vestindo uma roupa branca, sentimos estar esquentando menos que com uma roupa escura: a roupa branca reflete todas as componentes coloridas da luz branca, enquanto a preta absorve todas.

Quando a luz branca sofre refração, cada cor que a compõe é refratada com um ângulo diferente. Isto se deve a cada cor ter um índice de refração diferente, o que justifica cada cor ser refratada com um ângulo.



Idéia do Experimento

Um raio de luz penetra na água e sofre refração. Cada cor refrata com um ângulo diferente e então as componentes seguem caminhos separados; após, cada raio é refletido por um espelho imerso na água e volta para a superfície; quando o raio sai da água, sofre novamente refração e cada cor já decomposta se decompõe em outras cores da mesma "família", como por exemplo, a componente vermelha da luz dá origem a vários tons de vermelho. Quando os raios saem da água, atingem um aparato onde é possível ver que a luz branca que incidiu na água é decomposta em todas as cores que a constitui. Esta decomposição é chamada de *espectro*, que é o mesmo visto em um arco-íris.

Tabela do Material

Item	Comentários
Espelho	Desses pequenos com moldura alaranjada. São encontrados em qualquer supermercado ou bazar.
Assadeira	Pode ser substituída por uma bandeja funda, bacia ou <i>tupperware</i> .
Água	
Cartolina	Para ser usada como aparato de observação do espectro.

Montagem

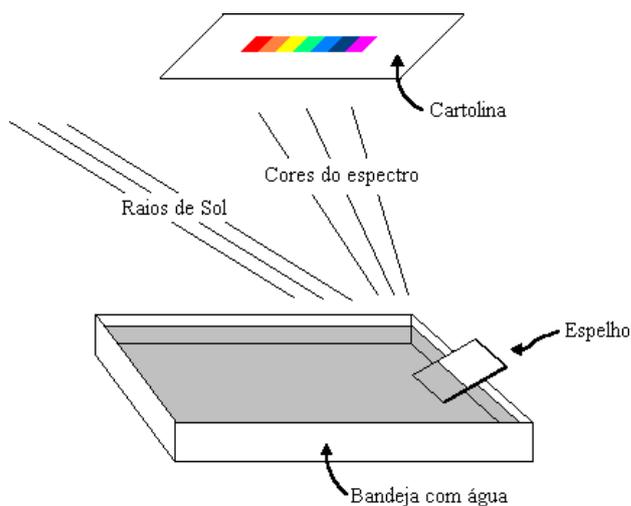
- Encha a assadeira com água.
- Coloque o espelho inclinado dentro dela.

- Faça com que a luz do Sol reflita no espelho no interior da assadeira e atinja um aparato de preferência de cor clara.
- Observe que a luz refletida é um espectro composto pelas cores do arco-íris.

Comentário

- O melhor resultado é obtido refletindo a luz do Sol em um local menos iluminado, como por exemplo uma parede clara à sombra ou uma cartolina não iluminada diretamente pela luz solar.
- Pode-se realizar também este experimento refletindo a luz emitida por uma lâmpada fluorescente (luz fria) em uma folha branca.

Esquema Geral de Montagem



Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia - UNESP/Bauru³

³ A metodologia para o desenvolvimento do experimento “Fábrica de Arco-Íris” está disponível no site: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt11.htm>.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Texto de Divulgação Científica.

MADAME CURIE: BELA, RECATADA E DO LABORATÓRIO

A busca pela notoriedade da mulher é algo que pode ser visto desde o século XX. Mulheres fizeram e fazem parte da história com importantes contribuições para a sociedade. Na Química, não podia ser diferente, temos uma importante força feminina: Maria Salomea Sklodowska, mais conhecida como Marie Curie.

Ela nasceu em Varsóvia, na Polônia, no ano de 1867, filha de professores, uma família humilde composta por 5 filhos. Sua família esteve muito ligada a movimentos que buscavam a independência polonesa e sofreram represálias da Rússia, que dominava aquela parte do país. Marie, formou-se em 1883, em ginásio apenas para meninas, sendo a laureada da sua turma. Na época, Marie queria frequentar a Universidade de Varsóvia, mas a instituição não admitia mulheres. Foi então morar com parentes, dividindo seu tempo entre dar aulas e estudar por conta própria em uma academia clandestina, a Universidade Volante.

Mesmo sendo uma mulher que já demonstrava competência para as ciências, seu primeiro trabalho foi como governanta, uma estratégia para conseguir recursos a fim de estudar numa universidade fora da Polônia. Diante disso, ela estabeleceu-se definitivamente na França, para se formar em Física e Química, neste período, quem muito a ajudou foi sua irmã Bronia, custeando todas suas despesas. Então, ela iniciou seus estudos em Sorbonne, onde existiam 210 mulheres para uma população de quase 9 mil estudantes, mostrando seu sucesso acadêmico nos primeiros lugares em exames.

Pouco antes de completar seus estudos e voltar para Varsóvia, Marie conheceu Pierre Curie. Pierre e Marie tinham muitos pontos em comum, ambos vinham de famílias com mais educação do que recursos financeiros, trabalhavam muito, frequentavam rotineiramente os jantares da Sociedade de Física, iam algumas vezes ao teatro e eram amantes do ciclismo. Pierre, um ano após o primeiro encontro com Marie, defendeu sua tese de doutorado sobre propriedades magnéticas; foi então que resolveram casar-se e tiveram duas filhas, Irene e Eve. Pierre e Marie partilhavam suas anotações sobre artigos científicos e interessavam-se ativamente pelo trabalho um do outro.

Marie começou a realizar pesquisas com o objetivo de receber um título de doutorado. Continuou a pesquisa de Henri Becquerel sobre raios emitidos dos compostos de urânio, considerando a ideia de Lord Kelvin sobre a eletrização do ar pelo urânio e seus compostos.

Os trabalhos do casal Curie tiveram crucial importância na mudança de rumo que tomaria a radioatividade. A partir das primeiras observações de Marie Curie, em abril de 1898, quando constatou que havia algum componente mais ativo que o urânio em seus minerais naturais. Em 18 de julho do mesmo ano, outro relatório, lido por Henri Becquerel, relatou sobre o novo elemento químico, o polônio, em homenagem ao país de Marie. O relatório trouxe também, pela primeira vez, a expressão “substância radioativa”, que seria adotada por cientistas em toda parte a partir de então. O casal isolou o rádio em 1902, após três anos de trabalhos exaustivos.

Em 1900, em um congresso internacional de Física, em Paris, os Curie apresentaram todas as suas pesquisas sobre a radioatividade. Em 1902, Marie Curie anunciava que o peso atômico do rádio era 225 enquanto Ernest Rutherford e Frederick Soddy apresentavam um relatório intitulado “A causa e a natureza da radioatividade”, sugerindo que o fenômeno se relacionava com mudanças subatômicas. Em setembro de 1903, Marie Curie recebeu o título de doutora em ciências físicas com menção honrosa. Em novembro de 1903, Marie Curie recebeu o Prêmio Nobel de Física junto com Pierre e Henri Becquerel pelas suas descobertas no campo da radioatividade, fenômeno muito pouco conhecido naquela época. Ainda no ano de 1903, Marie também recebeu a Medalha Davy e em 1904 a Medalha Matteucci.

Em 1906, Pierre veio a falecer atropelado por uma carroça. No ano de 1909, Marie foi agraciada com a Medalha Elliott Cresson. Em 1911, Marie recebeu o seu segundo prêmio Nobel, sendo este de Química, pela descoberta dos elementos químicos rádio e polônio. Até o momento, Marie Curie foi a única cientista que recebeu dois Prêmios Nobel em áreas científicas distintas. No final de 1911, Marie começou a apresentar sérios problemas de saúde. Neste período de 1911 a 1913, houve grandes avanços no estudo da radioatividade: Rutherford propôs um novo modelo atômico, o famoso modelo planetário que conhecemos, e Niels Bohr aperfeiçoou este modelo. As dificuldades pessoais de Marie afetaram sua produtividade, mas seu trabalho no laboratório continuava. Seu círculo social também aumentava: Hendrik Lorentz, Albert Einstein e outros passaram a fazer parte de seu convívio.

No início da primeira guerra, Marie fez diversos donativos. Descobriu um meio de tornar o raio X disponível para os soldados em combate. Montou carros radiológicos, que levavam um gerador e o equipamento básico para produção de raios X (apelidados de "petites Curies"), também treinou e ensinou outras pessoas a manusearem o equipamento. Irene, sua filha, trabalhou intensamente com ela durante a guerra. Após a guerra, Marie participou da Comissão para a Cooperação Intelectual da Liga das Nações e travou relacionamento com os Estados Unidos.

Marie Curie era otimista quanto às aplicações de rádio no tratamento do câncer e ao serviço de radioterapia. Em 1921 visitou os Estados Unidos, onde foi recebida triunfalmente. O motivo da viagem era arrecadar fundos para a pesquisa. Nos seus últimos anos foi assediada por muitos físicos e produtores de cosméticos, que usavam material radioativo sem precauções. Na ocasião da viagem aos Estados Unidos, Marie Curie declarou que sua saúde fora arruinada pela exposição à radioatividade.

Marie Curie foi ainda a fundadora do Instituto do Rádio, em Paris, onde se formaram cientistas de importância reconhecida. Em 1922, tornou-se membro associado livre da Academia de Medicina. Ao longo de vários anos, escreveu seu livro *Radioactivité* e publicado a título póstumo, é considerado um dos documentos fundadores dos estudos relacionados com a radioatividade clássica.

Em janeiro de 1934, Marie compartilhou com sua filha Irene e seu genro Frederic-Joliot a imensa alegria pela produção do primeiro elemento radioativo artificial. Em 7 de julho de 1934, Marie faleceu tuberculosa e quase cega, em um sanatório nos Alpes franceses, em consequência das fortes doses de radiação a que ficou submetida durante os vários anos de trabalho. Os perigos da radioatividade eram desconhecidos, então Marie não tomava nenhuma precaução em seus estudos. Por causa disso, até seu livro de receitas se tornou altamente radioativo e até hoje só pode ser manipulado com roupas protetoras.

Texto por: Luana Russana Ferreira Rezende.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Kátia Aparecida da Silva; AQUINO, Fabiana da Silva. Radioatividade e meio ambiente: os átomos instáveis da natureza – São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. Coleção Química no Cotidiano, v.8, pág. 16 à 38, 2012.

LIMA, R.S., PIMENTEL, L.C. F.; AFONSO, J. C. O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX. Química Nova na Escola, Vol. 33, n. 2, maio, 2011.

Revista Super Interessante. **Marie Curie**. 2016. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/historia/marie-curie>.> Acesso em: 19/06/16 às 17h23.