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

MILENE DA SILVA

QUÍMICA E POESIA: UMA ANÁLISE DA LEITURA E INFLUÊNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NA APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS.

ARAPIRACA
2021

Milene da Silva

Química e poesia: uma análise da leitura e influência da experimentação na apropriação de conceitos.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado no Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, *Campus* Arapiraca, como requisito parcial à obtenção do Título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior

Arapiraca

2021

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Biblioteca Campus Arapiraca - BCA
Bibliotecário Responsável: Nestor Antonio Alves Junior

CRB - 4 / 1557

S586q Silva, Milene da
Química e poesia: uma análise da leitura e influência da experimentação na apropriação de conceitos / Milene da Silva. – Arapiraca, 2021.
63 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Júnior.

Referências: f. 60-63.

1. Poesia. 2. Ensino de química. 3. Experimentação. I. Francisco Júnior, Wilmo Ernesto. II. Título.

CDU 54

MILENE DA SILVA

QUÍMICA E POESIA: UMA ANÁLISE DA LEITURA E INFLUÊNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NA APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) submetido ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, *Campus* Arapiraca, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Data da Aprovação: 22/03/2021.

Banca Examinadora:

Wilmo E. Francisco Junior

Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Orientador

Cristhiane C. Flôr

Profa. Dra. Cristhiane Carneiro Cunha Flôr
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF
Faculdade de Educação
Examinadora

Wanessa Padilha Barbosa Nunes

Profa. Msc. Wanessa Padilha Barbosa Nunes
Secretaria de Estado de Educação de Alagoas – SEDUC-AL
Escola Professora Izaura Antônia de Lisboa
Examinadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter concedido mais uma benção em minha vida. O ensino superior era para mim um sonho muito distante, aquele tipo de sonho que reside em nossos corações, mas se esconde por trás de um muro de obstáculos. Sou eternamente grata a Deus, por ter me permitido ingressar, permanecer, e concluir o curso de licenciatura em Química na UFAL Campus Arapiraca. Minha eterna gratidão por tudo.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais Aparecido e Madalena e meus irmãos Alessandro e Samuel, por me apoiarem de todas as formas, sem medir esforços para me ajudar todas as vezes que precisei. Gratidão por estarem comigo durante toda trajetória, essa vitória é nossa!

Ao Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior, por toda a dedicação e paciência em orientar-me ao longo da construção deste trabalho. Um dos professores que mais admiro no ensino de Química e tenho como exemplo de competência profissional, que vive a favor da educação e nos ensina o mesmo.

Aos meus amigos queridos que tive a oportunidade de conhecer e conviver durante todos esses anos, Jeane Vieira, Deysiane Alves, Adelma Talline, Isabela França, Neila Paschoal, Weslley Canuto, Esteffany Karla, Wilson Paulo e Jerfeson Alves. Gratidão por todos os momentos que compartilhamos juntos durante essa jornada, sempre apoiando uns aos outros e dispostos a ajudar no que fosse preciso, vocês são especiais e estarão sempre em meu coração e nas minhas melhores memórias.

Aos programas PIBID e RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA que foram essenciais em minha formação.

A todos os professores do curso de licenciatura em química, pela contribuição inestimável para a minha carreira profissional.

Aos professores W. A. Silva e W. P. Barbosa, e à Escola Estadual Antônia Izaura de Lisboa pelo espaço oportunizado. Às/aos estudantes que participaram da pesquisa.

À comissão examinadora por ter aceitado participar da banca e pelas contribuições para a redação final deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a consolidação dessa conquista.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

PAULO FREIRE

Vou-me embora pra Quimárgada

Vou-me embora pra Quimárgada
Lá melhor salário eu terei
Lá tenho os alunos que quero
Na escola que desejei

Vou-me embora pra Quimárgada
Aqui já não encontro a bissetriz
Lá a ciência é uma aventura
De tal modo deslumbrante
Que Lavoisier o suposto pai da Química
Nunca foi errante
E todo nosso legado
Será criticamente ensinado

E como farei experiências
Ensinarei aluno brabo
Aumentarei a aprendizagem
Tomarei aulas ao luar!
E quando estiver extasiado
Deito na beira do mar
Mando chamar a melhor professora
Que no tempo de estudante
Vinha-me ensinar
Vou-me embora pra Quimárgada

Em Quimárgada tem tudo
É outra educação
Tem investimento seguro

Ensino de ciência por investigação

Tem bureta automática

Tem curiosidade à vontade

Tem parques, bibliotecas e museus

Para a gente educar como se fossem seus

E quando alguém de dedo em riste

Mas de riste de petulante

Disser que para ensinar

Não precisa pedagogia estudar

- Lá melhor salário terei –

Lá terei os professores que quero

Na escola que planejei

Vou-me embora pra Quimárgada

Wilmo Ernesto Francisco Junior

RESUMO

Ciência e arte possuem métodos e linguagens próprias, no entanto, uma integração entre ambas pode ser fecunda no âmbito educacional, favorecendo dentre tantas outras coisas, o desenvolvimento da imaginação, criatividade, sensibilidade e autonomia de pensamento. A despeito de tais potencialidades, ainda são poucos os trabalhos que analisam o uso de poemas em aulas de química. Desse modo o presente trabalho apresentou uma proposta pedagógica que articulou poesia e experimentação no ensino de química com o intuito de analisar as primeiras concepções e fecundações provenientes da vivência estética aliada a experimentação, visando contribuir para um ensino mais sensível e integrador. A pesquisa foi realizada com 16 estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na região do agreste alagoano. O poema em questão abordava a temática forças intermoleculares, apresentando, sinteticamente, conceitos como polaridade, atração eletrostática, interação entre dipolos e a formação de soluções. Foram utilizados como dados da pesquisa os escritos dos alunos a partir da leitura, bem como os *slides* de cada apresentação em grupo sobre os experimentos realizados. A partir da análise das concepções dos estudantes, pode-se observar que o poema provocou diferentes reações, entre elas emoções de estranhamento e de humor, dúvidas, curiosidades e novos pensamentos sobre a química. A análise dos slides identificou a presença de diferentes modos de representação na tentativa de explicar os experimentos, incluindo linguagem verbal textual e linguagem visual. A despeito da relação direta dos experimentos com o texto e as reações de estranhamento e curiosidade provocadas pela leitura, tais características não foram suficientes para fomentar um pensamento além das formas canônicas do conteúdo químico. O fato de Ciência e arte serem linguagens específicas e pouco associadas no contexto escolar sugere que a vivência estética precisa ser uma atividade mais específica, de modo que as interferências sensoriais passem a estimular um tipo de reação diferente do que habitualmente ocorre.

Palavras-chave: Poesia; Ensino de química; Experimentação.

ABSTRACT

Science and art have their own methods and languages, however, an integration between both can be fruitful in the educational field, favoring, among many other things, the development of imagination, creativity, sensitivity and autonomy of thought. Despite these potentialities, there are still few studies that analyze the use of poems in chemistry classes. In this way, the present work presented a pedagogical proposal that articulated poetry and experimentation in the teaching of chemistry in order to analyze the first conceptions and fecundations arising from aesthetic experience combined with experimentation, aiming to contribute to a more sensitive and integrative teaching. The research was carried out with 16 students of the second year of High School of a public state school located in the region of agreste Alagoas. The poem in question addressed the theme intermolecular forces, presenting, synthetically, concepts such as polarity, electrostatic attraction, interaction between dipoles and the formation of solutions. Students' writings from reading were used as research data, as well as the slides of each group presentation on the experiments carried out. From the analysis of the students' conceptions, it can be observed that the poem provoked different reactions, among them emotions of strangeness and humor, doubts, curiosities and new thoughts about chemistry. The analysis of the slides identified the presence of different modes of representation in an attempt to explain the experiments, including verbal textual and visual language. Despite the direct relationship of the experiments with the text and the reactions of strangeness and curiosity caused by reading, these characteristics were not sufficient to foster thinking beyond the canonical forms of chemical content. The fact that Science and art are specific languages and little associated in the school context suggests that the aesthetic experience needs to be a more specific activity, so that the sensorial interferences start to stimulate a type of reaction different from what usually occurs.

Keywords: Poetry; Chemistry teaching; Experimentation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14
3.1 CIÊNCIAS, ARTE E UMA POSSÍVEL APROXIMAÇÃO 14
3.2 ARTE E ENSINO DE CIÊNCIAS 16
3.3 LITERATURA E ENSINO DE CIÊNCIAS 18
3.4 POESIA E ENSINO DE QUÍMICA 21
3.5 EXPERIMENTAÇÃO E ENSINO DE QUÍMICA 26
3.6 UM POUCO SOBRE O POEMA ESCOLHIDO… 27
4 METODOLOGIA 31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 36
5.1 SOBRE AS CONCEPÇÕES INICIAIS APÓS A LEITURA INDIVIDUAL DO POEMA 36
5.2 SOBRE AS CONCEPÇÕES APÓS A LEITURA E DISCUSSÃO EM GRUPO 41
5.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA LINGUAGEM NÃO TEXTUAL 45
5.4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA LINGUAGEM VERBAL ESCRITA, ORAL. 51
6 CONCLUSÃO 58
REFERÊNCIAS 60

1 INTRODUÇÃO

Ciência e Arte, apesar de serem tão opostas no que se refere aos métodos e linguagens, historicamente possuem mais aproximações do que se pode imaginar. No campo educacional o possível diálogo entre esses dois campos do conhecimento pode contribuir para uma educação mais humanista, no contexto de uma perspectiva interdisciplinar do conhecimento (CACHAPUZ, 2014).

Dentro do campo das artes, Galvão (2006) acredita que as aproximações entre literatura e ciência podem trazer ganhos, uma vez que os textos literários que tratam de ciência surgem como uma possibilidade de exploração de conteúdos científicos a partir de uma perspectiva interdisciplinar, e com uma linguagem mais familiar a dos estudantes. Acredita-se ainda que a aproximação entre literatura e ciência pode estimular a prática da leitura e interpretação, a imaginação, e a curiosidade (PALCHA e OLIVEIRA, (2014); ZANETIC (2017); ZANETIC, (2006); GROTO e MARTINS, (2015).

Partilhando dos mesmos pensamentos aqui defendidos sobre as possíveis aproximações entre literatura e ciência, Silva (2011) faz a análise de dois poemas de António Gedeão: Lágrimas de Preta e Lição sobre a água. A autora aponta as diversas potencialidades de ambos os poemas, dentre elas as possibilidades de se explorar essas obras a partir de diferentes perspectivas (perspectiva literária, perspectiva científica e perspectiva social), além disso ainda defende que a poesia pode ser utilizada como recurso didático em aulas com inúmeros objetivos. Para Galvão (2006, p. 40):

> Esta interacção, este diálogo de saberes aproxima de uma forma biunívoca as linguagens científica e literária, mas permite sobretudo trazer a ciência aos cidadãos de outra maneira, sem a imposição da ciência em si mesma, diluindo-a no romance, embora sem a desvirtuar. Sem se fazer a apologia da descaracterização da abordagem científica, indispensável ao aprofundamento e à compreensão da ciência na sua totalidade, esta aproximação permite o confronto de dois campos.

A química, geralmente, é descrita pelos estudantes como sendo uma disciplina de difícil compreensão, visto que apresenta fórmulas, equações, conteúdos e conceitos que são complexos e abstratos. (ROCHA e VASCONCELOS, 2016). Diante disso, o uso de poemas em sala de aula pode ser estimulador, uma vez que envolve leitura e interpretação de texto para compreender a(s) ideia(s) que o autor deseja

passar, desse modo os estudantes ficam livres para pensar e criar hipóteses, ao invés de recorrerem à memorização de vários conceitos químicos (ALMEIDA, 2018).

Para Moreira (2002), ciência e arte embora estejam ligadas a domínios diferentes de conhecimentos e valores, fazem parte da mesma busca imaginativa humana, desse modo, o diálogo entre esses dois campos pode ser enriquecedor, uma vez que a criatividade e a imaginação estão essencialmente na base de ambos os campos. O desafio está em traspor para a prática a perspectiva interdisciplinar entre ciência e arte (CACHAPUZ, 2014), no entanto, como afirma Galvão (2006), temos que buscar ser professores cada vez mais prospectivos, que não se limitem às exigências dos currículos escolares ou em abordagens de ensino, mas sim, professores que sejam capazes de ver o mundo em sua volta tal qual ele realmente é, um mundo onde tudo está intrinsecamente conectado, como um quebra-cabeças que somente ganha sentido quando suas peças são unidas umas às outras , os pensamentos, fatos, descobertas e acontecimentos possuem relações que em conjunto integra a sociedade e a cultura que partilhamos. Portanto:

> A questão interessante é, no quadro de uma visão não redutora e não segmentada do conhecimento, quais as leis e semelhanças que as unem e de que modo tal visão diacrónica Arte/Ciência pode melhorar a qualidade da educação em ciências oferecida aos alunos e dar uma oportunidade aos professores para irem mais além das rotinas e burocracia a que frequentemente são submetidos nas suas escolas (CACHAPUZ, 2014, p. 104).

Uma das formas de potencializar o uso de poemas é associando esse recurso com outro recurso didático, como por exemplo, a experimentação. Para Almeida (2018), um recurso pode completar as possíveis falhas apresentadas pelo outro, melhorando assim o processo de ensino e aprendizagem. O uso da experimentação é bastante defendido no ensino de química, uma vez que esse recurso didático pode despertar nos estudantes um interesse maior pelos conteúdos, por sua vez, os alunos costumam, em seus depoimentos, atribuir à experimentação um caráter lúdico e motivador. (GIORDAN, 1999, p. 43)

Contudo, Guimarães (2009) chama atenção para aulas experimentais do tipo “receita de bolo” no qual os estudantes geralmente recebem um roteiro experimental para seguir e obter os resultados esperados. O uso do laboratório pode até estimular a curiosidade dos alunos, no entanto, é necessário que estes sejam desafiados cognitivamente. Diante disso, Giordan (1999), defende a necessidade de tornar a

experimentação parte de um processo investigativo, uma vez que é nos entremeios de atividades investigativas que ocorre a formação do pensamento e das atitudes do sujeito.

Numa perspectiva de diálogo entre ciência e arte, visando favorecer dentre outras coisas o desenvolvimento da imaginação, sensibilidade, criatividade e autonomia de pensamento, o presente estudo é de natureza qualitativa e trata-se de uma proposta pedagógica que articulou poesia e experimentação no ensino de química com o intuito de analisar as primeiras concepções e fecundações provenientes da vivência estética aliada a experimentação, visando contribuir para um ensino mais sensível e integrador.

A pesquisa foi realizada com 16 estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na região do agreste alagoano. A pesquisa ocorreu a partir de uma proposta pedagógica que articulou poesia e experimentação no ensino de química. Primeiramente foi realizada a escolha do poema e dos experimentos que seriam utilizados durante a pesquisa, o poema em questão abordava a temática forças intermoleculares, apresentando, sinteticamente, conceitos como polaridade, atração eletrostática, interação entre dipolos e a formação de soluções. Inicialmente, os estudantes efetuaram a leitura individualmente, registrando por escrito suas percepções acerca do texto. Em seguida houve uma discussão em pequenos grupos e a condução de três experimentos (extração de álcool da gasolina com água; teste de solubilização de iodo em etanol e água; dissolução do permanganato de potássio em água) envolvendo conceitos em questão no poema. Os estudantes, também em grupos, elaboraram apresentações no formato de *slides* em que deveriam explicar cada experimento realizado e relacioná-los ao poema. Como fonte de dados para a presente pesquisa foram utilizados os registros escritos entregues após a leitura e interpretação individual e em grupo, os slides utilizados nas apresentações, e as observações realizadas nos diversos momentos da pesquisa.

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as concepções iniciais dos estudantes a partir da leitura de um poema
- Investigar as influências dos experimentos na interpretação do texto e apropriação de conceitos químicos.
- Analisar os modos de representações multimodais utilizados pelos estudantes na explicação dos experimentos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CIÊNCIAS, ARTE E UMA POSSÍVEL APROXIMAÇÃO

A ciência e a arte são intrínsecas ao homem, ambas foram e continuam sendo importantes no decorrer da vida e desenvolvimento da humanidade. Embora sejam campos do conhecimento que possuem aproximações mais profundas do que se pode imaginar, com o decorrer da história, foram se distanciando e assumindo características, linguagens, métodos, e processos cognitivos independentes, diferentes, e até mesmo opostos (FERREIRA, 2010)

Segundo Ferreira (2010), durante os séculos XVI e XVII, a ciência consolidava-se como forma de produção de conhecimento, baseando-se nos princípios da lógica, da razão e do pensamento matemático. Enquanto isso, no campo da arte, as preocupações teóricas englobavam dentre outras coisas, a subjetividade, a moralidade, e a sensibilidade.

Reduzindo todo campo cognitivo à esfera do científico, a ciência foi adquirindo certa superioridade em relação às outras áreas do conhecimento. A autoridade marcada pela ciência enxerga a arte, especificamente o seu aspecto emotivo e imaginativo, como uma manifestação cultural irracional, considerada uma forma de conhecimento alternativo. (FERREIRA, 2008)

Arte e Ciência, sendo considerados campos do conhecimento tão distintos, seria possível estabelecer uma aproximação entre eles? Na realidade, a ideia de que existem profundas relações, e coerências entre concepções artísticas e científicas é defendida por diversos autores como Carvalho e Reis (2020), Silva (2011), e Galvão (2006). Para Ferreira (2010) “a obra de arte traduz os conflitos históricos e os problemas políticos, morais ou epistêmicos do seu tempo”. Dessa forma, “... existiria uma relação entre os problemas artísticos e o desenvolvimento do conhecimento humano”.

> As concepções artísticas e científicas são coerentes, levando a interpretações semelhantes a respeito do funcionamento do universo. Artistas e cientistas (ou filósofos naturais) percebem o mundo da mesma forma, apenas representam-no com linguagens diferentes. No Renascimento, é clara a relação arte–ciência. Muitos são os nomes que misturam os dois campos: Brunelleschi, Pisanello, Leonardo, Dürer e até mesmo Galileu. (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006, p. 72)

Reis, Guerra e Braga (2006), ao afirmar que existem fortes relações entre a arte e a ciência, em um de seus trabalhos apresenta diversos exemplos de obras artísticas que sofreram influência dos estudos científicos que estavam sendo desenvolvidos na mesma época. Como um dos exemplos dessa relação, o autor cita o quadro *Nu descendo a escada* de Marcel Duchamp. Esse quadro trata-se de uma resposta ao movimento artístico Cubismo perante a influência da descoberta dos raios X, em 1895.

A obra de Duchamp mostra certa influência da ciência na produção artística. No entanto, é possível que a arte também tenha influenciado descobertas científicas. Ainda segundo Reis, Guerra e Braga (2006):

> Shearer (1997), em um artigo individual, continua a análise da obra de Duchamp mostrando que, no 'readymade retificado' – a pintura sobre anúncio publicitário Apolinère esmaltado (1916-1917) –, ele cria várias ilusões de ótica nas diversas figuras que compõem o quadro, desenvolvendo, assim, um 'objeto impossível'. Segundo Shearer, essa obra influenciou Lionel e Roger Penrose em um trabalho de 1958, onde eles anunciaram a descoberta de figuras impossíveis (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006, p. 82).

Diante dos fatos, é possível ousar dizer que não são somente os cientistas que falam de ciência, esta aparece em diversos discursos, inclusive naqueles que "pareciam" improváveis, como é o caso das obras de arte. Silva (2010), em uma de suas publicações, realiza uma discussão sobre as relações entre ciência, cultura e arte. Essa discussão é realizada a partir da leitura e interpretação dos poemas "Lágrima de preta" e "Lição sobre a água" de Antônio Gedeão. Para Silva (2010), esses poemas oferecem possibilidades de serem analisados a partir das perspectivas literária, científica e social. A leitura e análise desses poemas permitem ainda uma discussão sobre diversos assuntos químicos, enquanto aborda temas sociais importantes como o racismo.

O diálogo entre ciência e arte pode estabelecer relações ainda mais profundas, envolvendo questões pertinentes a busca do ser humano por compreender a si mesmo e o mundo em que vive, afinal tanto a ciência quanto a arte, cada uma com seus métodos e linguagens próprios, realizam essa busca por compreender o ser o humano e o meio em que vive. Para Cachapuz (2014), uma das formas possíveis de nos tornarmos mais humanos seria partir de uma aproximação, no campo de uma perspectiva interdisciplinar do conhecimento, entre o que ele chama de *mundo da*

verdade e *mundo da emoção e da beleza,* no qual o primeiro encontra-se marcado pela lógica e a razão, enquanto o segundo prevalece a emoção e a sensibilidade.

A defesa de um diálogo entre Ciência e Arte encontra-se centrada numa reflexão sobre o conhecimento, regido por parâmetros que buscam estabelecer as vantagens de uma interação entre estes dois campos do saber, visando conceber uma ruptura da visão hierárquica, segmentada, e unidimensional entre ciência e arte.

Ciência e arte, ambas apresentam diferenças quando estamos nos referindo aos processos, métodos e linguagens que, ao longo do tempo, foram se distanciando até chegar ao ponto de uma se tornar superior à outra. No entanto, mesmo trilhando caminhos diferentes, a busca, na maioria das vezes tem sido a mesma, ambas as áreas estão na busca por conhecimento, por respostas, modificando apenas a forma de buscar essas respostas e de representar. Dessa forma, esses campos não podem ser colocados em domínios opostos, uma vez que “a ciência também representa e a arte, a sua maneira, pode explicar”. (PIETROCOLA, 2014, p.13)

3.2 ARTE E ENSINO DE CIÊNCIAS

Ciência e arte possuem mais conexões do que se pode imaginar, a ideia de uma interação entre esses dois campos vem sendo discutida e defendida por diversos autores (CACHAPUZ, 2014); Pietrocola (2004); Ferreira (2008) principalmente no que se refere ao campo do ensino. As possíveis conexões entre essas duas áreas podem trazer benefícios, no entanto, é preciso saber estabelecer corretamente as pontes que irão interligar ciência e arte. Para Cachapuz (2014), o desafio está em transpor para o terreno da prática a perspectiva interdisciplinar entre Ciência e arte, e esse desafio torna-se ainda maior quando refere-se ao ensino de Ciências. Grande parte do problema está diretamente relacionada com ideias equivocadas sobre interdisciplinaridade, ao abordar esse assunto, Cachapuz (2014, p. 101) traz a seguinte citação de Santos (2014):

> Construir interdisciplinaridade apenas à custa dos conhecimentos disciplinares, fomenta uma grande dependência epistemológica. Um vício de construção, determinado pelo grau de maturação das áreas disciplinares de partida, que origina um ciclo vicioso entre disciplinaridade e interdisciplinaridade e que exclui saberes não disciplinares vindos de outros campos. Saberes que não se esgotam nas disciplinas clássicas e que devem ser olhados em função daquilo a que pretendem dar resposta. Por outro lado, importa ter em conta que não pode haver interdisciplinaridade sem um conhecimento profundo, epistemologicamente fundamentado, das disciplinas

> de partida – metodologia, conteúdos e objectivos, forma como se organizam na escola e razões porque a disciplinaridade se constitui em obstáculo epistemológico ao conhecimento interdisciplinar (SANTOS, 2014, p.69).

No cenário integrador em que se trabalha um diálogo entre ciência e arte, acredita-se que a articulação de conhecimentos específicos de ambas as áreas em discussão pode contribuir para a aprendizagem global (FERREIRA, 2008). Embora existam obstáculos é interessante pensar que trabalhar ciência e arte de modo interdisciplinar pode ser importante para melhorar a qualidade da educação em ciências que é oferecida aos alunos, e ainda permitir aos professores a oportunidade de irem mais além na sua rotina em sala de aula. “Esta interacção contribuirá a longo prazo para realizar mudanças a nível comportamental e de atitudes, formando cidadãos mais activos e conscientes da importância do seu exercício de cidadania” (FERREIRA, 2008, p. 75).

Além desses pontos positivos a curto e longo prazo, fruto dessa aproximação entre ciência e arte, existem autores que acreditam que essa interação pode ainda estimular a imaginação, a criatividade e a curiosidade, que inclusive são cruciais não somente nas artes, mas também na ciência (OLIVEIRA; LA ROCQUE; MEIRELES, 2009); Pietrocola (2004); Fiolhais (2008)). Sobre este assunto, será tratado de forma mais detalhada em tópicos posteriores.

Não são muitos os trabalhos que envolvem arte e ciência, especialmente quando se trata do ensino de química. Na literatura, os resultados das pesquisas que buscam articular arte e ciência no ensino de ciências demonstram possibilidades de se trabalhar com poesias, músicas, obras literárias, entre outros, ao mesmo tempo em que são abordados diversos conteúdos específicos, e até mesmo questões sociais e culturais, um bom exemplo disso se encontra no artigo de Silva (2010).

A discussão posta até aqui não compreende a totalidade do tema. Buscou-se apresentar, de um modo geral, essa ideia de aproximação entre ciência e arte, principalmente no ensino de ciências, que vem sendo alvo cada vez mais de pesquisadores no campo do ensino, e que pode “aproximar o aluno da ciência, ao encará-la de forma mais humana e desvinculada da ideia de conhecimento dogmático através da conexão feita entre ciência e arte…” (CARVALHO e REIS, 2020, p.193).

3.3 LITERATURA E ENSINO DE CIÊNCIAS

Dentro do campo das artes, agora iremos falar sobre a literatura, esta que humildemente, ouso a dizer que tem o poder de despertar emoções, sensações, pensamentos, dentre outras tantas coisas. Tentar defini-la é uma tarefa um tanto quanto árdua, tão difícil quanto dissertar a respeito dela, dessa forma, conceituar literatura não será nosso enfoque neste momento, mas sim discutir brevemente sobre a possível aproximação entre literatura e ensino de ciências, e os frutos provenientes dessa união.

Ciência e literatura, são dotadas de métodos e linguagens específicas, a discussão a respeito de uma aproximação entre essas duas áreas vem ganhando cada vez mais força (GROTO e MARTINS, 2015), visto que a ocorrência desse diálogo pode proporcionar novas leituras e possibilidades no campo do ensino. Galvão (2006), defende que:

> Ciência e literatura, apesar das suas linguagens específicas e de métodos próprios, ganham quando postas em interacção e ganha a humanidade quando se apercebe das diferentes leituras que as duas abordagens lhe permitem fazer (GALVÃO, 2006, p.36)

Ao longo dos tempos as descobertas científicas têm contribuído para diversos avanços que ocorreram e que continuam ocorrendo no mundo em que vivemos. Se fôssemos listar as diversas contribuições das ciências para a humanidade, certamente seria iniciada aqui uma longa e extensa discussão. Não podemos negar que a ciência e a matemática são de extrema importância para a humanidade, mas a arte e as humanidades se tornam indispensáveis à imaginação e ao pensamento intuitivo, visto que, ambas estão por trás do que é novo. (GALVÃO, 2006)

Para Zanetic (2006), com o impacto que as ciências provocam no mundo torna-se natural que exista essa supervalorização do pensamento científico, no entanto, essa supervalorização não pode haver em detrimento de outras formas do saber e conhecer. O autor cita que em 2005 homenageou-se a inventividade de Einstein (1879 - 1955), e a influência de suas ideias na ciência, tecnologia, arte, política e religião. Mas, defende a ideia de que não devemos fortalecer uma visão de mundo que supervalorize o pensamento científico relação a outras formas de saber e conhecer. (ZANETIC, 2006, p. 56)

De acordo com Groto e Martins (2015), existe uma necessidade de aproximação entre a cultura científica, aquela representada pelos cientistas, e a cultura humanística, representada pelos literatos. A separação entre essas “duas culturas” pode “contribuir para a ausência de uma cultura comum na sociedade de um modo geral”.

> Os trabalhos que refletem sobre a temática argumentam que o uso da literatura motivaria os alunos, sobretudo aqueles que, normalmente, não se sentiriam atraídos pelas aulas tradicionais, e oportunizaria o contato com diferentes “visões de mundo” (ZANETIC, 1997); contextualizaria os conceitos científicos (GUERRA; MENEZES, 2009); viabilizaria a aprendizagem de conteúdos e contribuiria para a formação do leitor (PINTO; RABONI, 2005). Para além dessas questões, os textos literários podem ser utilizados, também, na problematização das visões de ciência que veiculam, uma vez que transmitem imagens de ciência vinculadas ao contexto histórico da época em que foram produzidos. (GROTO e MARTINS, 2015, p.220).

Para Galvão (2006), um currículo que integra as humanidades e as artes torna-se essencial para a formação de bons cidadãos. Ciência e literatura, mesmo trilhando caminhos opostos, quando há uma interação entre ambas, possibilita um ganho de humanidade ao conhecimento científico, uma vez que se pode aumentar as possibilidades de fazer diferentes leituras, a partir de duas abordagens.

> Esta interacção, este diálogo de saberes aproxima de uma forma biunívoca as linguagens científica e literária, mas permite sobretudo trazer a ciência aos cidadãos de outra maneira, sem a imposição da ciência em si mesma, diluindo-a no romance, embora sem a desvirtuar. Sem se fazer a apologia da descaracterização da abordagem científica, indispensável ao aprofundamento e à compreensão da ciência na sua totalidade, esta aproximação permite o confronto de dois campos tradicionalmente antagónicos, pelo menos em abordagens curriculares, valorizando um e outro. (GALVÃO,2006, p.40).

Embora existam desafios, acredita-se que a literatura seja capaz de contribuir para a formação de um cidadão contemporâneo mais comprometido com a vida e o coletivo, uma vez que a literatura tem o poder de nos tornar mais humanos, compreensivos e abertos a natureza, a sociedade, e aos nossos semelhantes. A leitura de textos literários, dentre suas diversas possibilidades, permite ao leitor a oportunidade de vivenciar outras vidas através dos personagens, podendo refletir, no caso da ciência, sobre os diferentes sentidos que a mesma apresenta nas relações com a sociedade (ZANETIC, 2017)

Groto e Martins (2015) realizaram uma pesquisa onde se buscou avaliar o uso da literatura de Monteiro Lobato no Ensino de Ciências, a partir de uma perspectiva interdisciplinar. Eles utilizaram as obras “A reforma da natureza” e “Serões de Dona

Benta” na abordagem de conteúdos científicos e de questões acerca da “Natureza da Ciência” em duas turmas dos anos finais do Ensino Fundamental. Os resultados desse trabalho indicaram que as obras contribuíram para a aprendizagem e a problematização de conteúdos científicos nelas contidos, além disso, oportunizou a abordagem de alguns conteúdos do tema transversal meio ambiente, a problematização dos conceitos de matéria, massa, peso e de algumas questões acerca da Natureza da Ciência. Sobretudo, os autores acreditam que a leitura das obras tenha ampliado os conhecimentos dos estudantes, e estimulado seus posicionamentos diante de questões referentes “as coisas do mundo”.

Para Galvão (2006), os textos científicos normalmente apresentam uma linguagem enigmática, fórmulas incompreensíveis e explicações acessíveis à um público específico.

> Mesmo as obras de divulgação científica só são, de um modo geral, lidas por especialistas, perdendo a intenção com que foram concebidas. Apesar de não haver qualquer incompatibilidade entre as competências científicas e o dom de expressão artística por meio das palavras, de facto, a grande maioria dos escritos científicos não pode de forma alguma, e por mais abrangente que seja a definição de literatura, entrar no domínio literário. São raros os cientistas que usam uma linguagem acessível e que, por receio de, ao simplificar, desvirtuar a própria ciência, conseguem fazer passar mensagens claras, ajudando mais a divulgação da ciência desta maneira. Por vezes basta a incursão em formas literárias que cativam o leitor e o conduzem para os conceitos científicos que parecem assim ser mais facilmente compreendidos. (GALVÃO, 2006, p.41).

A complexidade apresentada nos diversos textos científicos e a não utilização de uma linguagem acessível, como aponta a autora, pelos cientistas acarreta no aumento das dificuldades de interpretação dos conceitos científicos por parte dos estudantes. No entanto, os textos literários que tratam de ciência, surgem como uma possibilidade de exploração de conteúdos científicos a partir de uma perspectiva interdisciplinar, e com uma linguagem mais familiar a dos estudantes.

Para Groto e Martins (2015), na escola, a aproximação entre ciência e literatura pode ser realizada pela utilização de duas categorias de autores. Na primeira categoria, teríamos os *cientistas com veia literária*, estes seriam aqueles que estão diretamente envolvidos na prática científica, e que seus textos podem ser lidos como literatura. Na segunda categoria, temos os *escritores com veia científica*, estes por sua vez, são autores que utilizam do conhecimento científico para compor suas obras.

Para além dessas questões acredita-se ainda que a aproximação entre literatura e ciência pode estimular a prática da leitura e interpretação, a imaginação, e a curiosidade (PALCHA e OLIVEIRA, 2014); Zanetic (2017); Zanetic (2006); Groto e Martins (2015)).

> Tanto o funcionamento social da literatura quanto o da leitura não pode ser considerado um fenômeno unilateral e diretivo da produção de sentidos, mas um processo simbólico plural e reflexivo de compreensão da realidade. Na relação com o saber, ambos os processos operam sob os processos de significação, e, portanto, a escola como uma instituição produtora do conhecimento precisa promover reflexões acerca da relação de sentidos entre o ensino e a linguagem. (PALCHA e OLIVEIRA, 2014, p.103).

De acordo com Francisco Junior (2010), a leitura e a escrita são habilidades que precisam ser trabalhadas nas aulas de Ciências, visto que, muitas vezes, os estudantes são incapazes de interpretar questões e problemas relacionados a químicas e a outras disciplinas como a Matemática e a Física. Para o autor, isso ocorre devido às deficiências na capacidade de interpretação dos enunciados.

Vivemos em uma sociedade em que cada vez mais se fortalece uma visão de mundo compartimentada, e de explicações parceladas, desse modo, segundo Galvão (2006), seguimos para uma necessidade, cada vez maior, de pensamento holístico, principalmente no campo do ensino, tendo em vista que se trata de um dos principais campos que se atribui a difícil tarefa de formar cidadãos críticos. Dentre as várias áreas do saber, a ciência, e em especial a química, é uma das que menos se observa tentativas de aproximação com as demais outras áreas, no entanto, esse cenário tem apresentado tentativas de mudanças.

3.4 POESIA E ENSINO DE QUÍMICA

A Química é uma ciência que direta ou indiretamente está presente no cotidiano das pessoas, ao longo dos tempos e até mesmo nos dias atuais, as descobertas químicas têm sido responsáveis por avanços significativos para o mundo, e a sociedade que nele habita. O primeiro contato que o ser humano tem com os conceitos químicos ocorre no ambiente escolar, estudar química se faz importante por vários motivos, dentre eles para podermos compreender a natureza em que vivemos e os processos que nela ocorrem.

Muito se é discutido sobre o ensino de química, principalmente no que se diz respeito às dificuldades enfrentadas pelos alunos durante os processos de ensino e

aprendizagem, e também sobre os desafios e dificuldades que os professores desta disciplina se deparam. A química, geralmente é descrita pelos estudantes como sendo uma disciplina de difícil compreensão, visto que apresenta fórmulas, equações, conteúdos e conceitos que são complexos e abstratos. (ROCHA e VASCONCELOS, 2016)

De fato, a química é uma ciência que envolve muitos conceitos e teorias, e na grande maioria das vezes as explicações baseiam-se em modelos, que por sua vez servem basicamente para representar uma realidade que nunca foi vista. Desse modo, a química envolve um certo grau de abstração, e exige um pouco mais da imaginação dos estudantes. Esse cenário de dificuldades no ensino de química exige mudanças nos processos de ensino, e uma atenção necessária daqueles que são responsáveis pela educação.

De acordo com Oliveira, La Rocque e Meireles (2009, p.2):

> Partilhamos da idéia de que a crise no ensino de ciências é acompanhada de uma crise de criatividade, pois os indivíduos parecem experimentar as conseqüências de uma "educação bancária" tão criticada por Freire (1996), acrescida de massiva memorização de conteúdos impostos e apartados de seus contextos e suas questões práticas (CARVALHO e GONÇALVES, 2000; CARVALHO, 2007)

Diante dessa crise no ensino de ciências que fora citada pelos autores anteriormente, existem fortes razões para considerarmos o diálogo entre ciência e arte como uma alternativa, que poderia fomentar a criatividade e aumentar as possibilidades de êxitos nos processos de ensino.

Pode parecer um pouco estranho ou até mesmo incomum para muitos a possibilidade de estabelecer um elo entre ciência e arte, afinal, são campos bem opostos no que se referem a métodos, processos e linguagens, porém, o diálogo entre essas áreas tem sido discutido e defendido por diversos autores. (ZANETIC e SILVEIRA, 2017); Galvão (2006); Cachapuz (2014)). Transpor para a prática ações interdisciplinares que envolvam arte e ciência não é uma tarefa fácil, principalmente no que se refere ao ensino de ciências, e aqui em especial o ensino de química, em contrapartida, essa aproximação pode trazer bons frutos para o ensino (CACHAPUZ, 2014).

Dentro do campo artístico, Galvão (2006), ao defender a ideia de uma aproximação entre ciência e literatura, faz uma discussão a respeito de obras literárias onde se faz possível discutir sobre ciência, para a autora os textos científicos possuem

uma linguagem hermética, tornando-se acessível apenas para um público limitado. Por sua vez, alguns textos literários são capazes de cativar o leitor, e o conduzir para conceitos científicos que aparentemente se tornam mais fáceis de serem compreendidos. Ao falar de literatura, a autora cita os poemas de António Gedeão: “Lágrima de preta”, “Lição sobre a água” e “Galileu”, para Galvão (2006, p.40):

> São três grandes poemas que explorados nas duas perspectivas podem enriquecer qualquer explicação científica e qualquer análise literária. Permitem, como referem Almeida e Strect-Ribeiro (2001) a emergência ao longo de todo o processo formativo de um estado de vigilância interdisciplinar. Esta interacção, este diálogo de saberes aproxima de uma forma biunívoca as linguagens científica e literária, mas permite sobretudo trazer a ciência aos cidadãos de outra maneira, sem a imposição da ciência em si mesma, diluindo-a no romance, embora sem a desvirtuar. Sem se fazer a apologia da descaracterização da abordagem científica, indispensável ao aprofundamento e à compreensão da ciência na sua totalidade, esta aproximação permite o confronto de dois campos tradicionalmente antagónicos, pelo menos em abordagens curriculares, valorizando um e outro.

A poesia “Lágrima de preta” de António Gedeão, de acordo com Galvão (2006), oferece várias perspectivas de análise, dentre elas: perspectiva literária, perspectiva científica, e perspectiva social. Essa poesia faz referência a alguns processos inerentes aos métodos de experimentação, e ainda passa uma mensagem social referente ao racismo.

Silva (2011), ao discutir sobre as relações entre ciência, cultura e arte, e as possíveis contribuições na formação de professores de química, faz a análise de dois poemas de António Gedeão. Um deles é o “lágrimas de preta”, segundo a autora:

> O tema central explorado na poesia é bastante atual e se torna muito apreciado para discussão em aulas, além de se tratar de um belíssimo poema e um dos mais famosos dentre a obra poética de Gedeão. Além disso, também traz muitos termos químicos (ácidos, bases, sais), que podem ser explorados em conjunto com as demais perspectivas apresentadas’ (SILVA, 2011, p.80).

Desse modo, os poemas podem ser utilizados para iniciar a abordagem de determinados conteúdos químicos, aliados à exposição de conceitos e termos científicos, como uma forma de melhorar o entendimento dos alunos, estimulando a leitura e interpretação. Almeida (2018) afirma que o uso de poemas em sala de aula pode ser estimulador, uma vez que envolve leitura e interpretação de texto para compreender a mensagem que o autor deseja passar, sendo assim os estudantes

ficam livres para pensar e criar hipóteses, ao invés de recorrerem a memorização de vários conceitos químicos

O poema “Galileu”, também apresenta grande riqueza de detalhes, enquanto permite a exploração de múltiplas dimensões. Este poema pode ser usado por professores de Física para explorar a queda dos graves, e ainda leva à compreensão de que a ciência sofre influências da sociedade, por vezes de um modo feroz. (GALVÃO, 2006).

Porto (2000), em um dos seus trabalhos ao falar da poesia de Augusto dos Anjos, “Psicologia de um vencido”, e também um pouco sobre sua trajetória, acredita que essa poesia trata-se de um excelente exemplo no qual o autor foi capaz de transmutar ciência em expressão poética.

Nos tempos atuais, tão marcados pela ciência e tecnologia, a poesia poderia parecer um anacronismo, no entanto poesia e arte “parecem constituir necessidades urgentes da experiência individual, uma visão complementar e indispensável da experiência humana” (MOREIRA, 2002, p.18), tornando-se assim necessárias nas atividades interdisciplinares com os jovens nas escolas, mesmo aquelas ligadas ao aprendizado de Ciências. Para Cachapuz (2007), a poesia parece ser uma via fértil para os objetos cruzados da arte e da ciência.

> A criatividade e a imaginação são o húmus comum de que se nutrem. Na origem desses dois movimentos, as incertezas de uma realidade complexa que demanda várias faces que podem transformar se em versos, em gedankens ou ser representados por formas matemáticas. Haroldo de Campos dizia, sobre Schenberg, que: na estante de Mário física e poesia coexistem - como asas de um pássaro. (MOREIRA, 2002, p.17).

Grande parte dos desafios apresentados cotidianamente na área do ensino de ciências, podem ser vistos também como desafios à criatividade (OLIVEIRA; LA ROCQUE e MEIRELLES, 2009). Geralmente, associa-se a imaginação à arte, e o conhecimento à ciência, no entanto, a imaginação também se faz essencial na ciência, pois apesar da ciência tratar da realidade, sem imaginação não haveria possibilidade de ciência. (FIOLHAIS, 2008).

> A imaginação não é exclusividade das ciências, embora seja uma de suas características mais importantes. A ciência, assim como a arte, mas diferentemente de outras formas de conhecimento, se apoia na liberdade de criação. A imaginação capacita o cientista a representar o mundo através de ideias que não derivam diretamente das situações enfocadas. (PIETROCOLA, 2004, p.9).

Ensinar, estudar, compreender e fazer química envolve muito a imaginação, criatividade, e a curiosidade. Quando somos crianças trabalhamos bastante com a imaginação, o próprio ato de brincar implica imaginar e criar situações que gostaríamos de estar vivendo. Nossa curiosidade nessa fase também é bem maior, crianças geralmente vivem questionando os adultos sobre que veem ou escutam. Quando crescemos, certas coisas como o medo ou a vergonha de se expressar e questionar em público acaba nos deixando “menos curiosos”, e o exercício de imaginar torna-se cada vez menos frequente.

O fato é que nossa imaginação, criatividade e curiosidade jamais deveriam deixar de se fortalecer em nós, são elas que nos impulsionam a buscar conhecimento e a compreender o mundo em que vivemos. Quando pensamos na química, com todos os seus modelos, teorias, átomos, moléculas, símbolos, e em todas as descobertas científicas, percebemos que:

> A capacidade de produzir idéias e organizá-las sobre a tutela da razão e da experimentação está na base de todo conhecimento científico. A criação se dá no pensamento através do poder da imaginação. Esta, por sua vez, é uma das habilidades fundamentais do cientista. Ser capaz de imaginar situações através das idéias científicas é sua principal virtude. É através da imaginação que ele depassa os casos particulares estudados e atinge os níveis mais gerais do conhecimento. (PIETROCOLA, 2004, p.8).

Nesse sentido, o uso de poemas aliado ao ensino de química, pode estimular, motivar e melhorar a percepção dos estudantes, o que consequentemente irá refletir na maneira com que irão aprender os conteúdos científicos, visto que os poemas podem tornar a forma como os conteúdos científicos serão trabalhados de forma mais prazerosa, uma vez que esse diálogo envolve ainda aspectos cognitivos, emocionais e sensoriais, bem como a criatividade, a imaginação e a memória.(RETONDO e NUNES,2008).

De modo geral a utilização de poemas no ensino de química, como recurso didático, apresenta grandes potencialidades. Os poemas podem ser explorados sob diversas perspectivas (social, literária, científica, cultural), além de permitir estimular a curiosidade e a imaginação. Uma vez que o professor consegue estabelecer um diálogo entre o poema escolhido e o conteúdo científico/químico que deseja trabalhar, abre-se um leque de possibilidades, que a depender dos seus objetivos, ele poderá explorar.

3.5 EXPERIMENTAÇÃO E ENSINO DE QUÍMICA

No ensino de Química o uso da experimentação é bastante defendido por se tratar de um recurso didático que tem o poder de despertar um forte interesse dos estudantes pelos conteúdos, enquanto contribui para melhorar a aprendizagem. Por sua vez, os estudantes, em seus depoimentos, costumam atribuir à experimentação um caráter lúdico e motivador. (GIORDAN, 1999)

A importância da experimentação é ressaltada por Marcelo Giordan (1999) em artigo publicado em QNEsc no qual tece considerações sobre o papel da experimentação no ensino de ciências:

> A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas. (GIORDAN, 1999, p.44).

Para Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia bastante eficiente, uma vez que a partir da criação de problemas reais permite a contextualização, e o estímulo de questionamentos de investigação. No entanto, o autor faz uma observação importante à respeito de aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, nessas aulas os estudantes geralmente recebem um roteiro para seguir e obter os resultados esperados, dessa forma, não há problema a ser resolvido, e o estudante não é desafiado a testar suas próprias hipóteses, e a confrontar suas ideias com as explicações científicas. Para Guimarães (2009), nesse modo de conduzir a experimentação, os estudantes terão apenas que constatar a teoria, desprezando as divergências entre suas percepções e o que acredita que o professor espera que ele obtenha.

> Segundo Izquierdo e cols. (1999), a experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. No entanto, essa última, acrescentam esses autores, é a que mais ajuda o aluno a aprender. (GUIMARÃES, 2009, p.198).

De acordo com Giordan (1999), é uma necessidade reconhecida entre aqueles que fazem e pensam o ensino de ciências tornar a experimentação parte de um

processo investigativo, tendo em vista que a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas.

Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008), ao discutir sobre a experimentação problematizadora afirma que a experimentação investigativa, é realizada antes da discussão conceitual, buscando “obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações” (FRANCISCO JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008, p.2), de modo que o estudante compreenda não somente os conceitos, mas também as diferentes formas de pensar e falar sobre o mundo a partir da ciência.

> Um processo pedagógico problematizador, portanto, deve deflagrar no aprendiz uma curiosidade cada vez maior, e quanto mais crítico é o ato de aprendizado mais a curiosidade torna-se epistemológica (Freire, 2006). Isso caracteriza a transição da ingenuidade à criticidade, da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica. Tal aproximação acontece com a intensa participação do professor numa constante problematização de mundo. A problematização direciona a curiosidade, promovendo a ingenuidade à criticidade. (FRANCISCO JUNIOR.; FERREIRA; HARTWIG, 2008, p.36).

Por si só a maioria dos experimentos têm o poder de atrair olhares, mas no ensino de química devemos ir além, não basta apenas apreciar e admirar a beleza de uma reação química acontecendo, é preciso saber aproveitar esse momento em que os olhares estão atentos, e a curiosidade aumenta em busca de respostas que expliquem o que está ocorrendo. Nessa hora professor tem a oportunidade de problematizar a situação, de estimular os estudantes a pensarem, a ir em busca de respostas, a criar suas próprias teorias, investigar. Desse modo, a experimentação problematizadora no ensino de química como recurso didático apresenta um grande potencial, uma vez que desperta a curiosidade dos estudantes e fornece ao professor a possibilidade de problematizar o conhecimento.

3.6 UM POUCO SOBRE O POEMA ESCOLHIDO.

O poema escolhido faz parte do livro “Ciência em Verso e Prosa” do autor Wilmo Ernesto Francisco Junior, Bacharel e Licenciado em Química pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP de Araraquara, Mestre em Biotecnologia pelo IQ-UNESP. Mestre em Educação pela UFISCar, e Doutorado em Química pelo IQ-UNESP.

Humildemente falando, “Ciência em Verso e Prosa”, trata-se de uma obra literária que faz um diálogo entre ciência e arte, onde a poesia e a química se entrelaçam, e abrem espaço para uma conversa extremamente rica e prazerosa sobre diversos assuntos, em especial aqueles que envolvem a química. Para melhor descrever a obra nada melhor do que as palavras do próprio autor, que ao falar um pouco sobre sua história e sobre *Ciência em Verso e Prosa*, diz o seguinte:

> Partindo da noção central do papel da arte, que é proporcionar prazer enquanto fomenta reflexões, a proposição deste texto é suscitar um diálogo entre arte, ciência e educação alinhavando a apresentação de conceitos científicos pautada na literatura poética e na prosa. Almeja-se, outrossim, germinar ideias outras e atuar positivamente em busca de uma formação intelectual mais ampla. Trata-se de um material que pode funcionar, ao mesmo tempo, como texto de apoio didático a professores e estudantes de literatura de divulgação científica, sublinhando quão prazerosa pode ser a ciência. Além de ser uma ferramenta para o grande público pensar a ciência de uma maneira intimamente relacionada à cultura e ao lazer, *Ciência em verso e prosa* pode se constituir em instrumento de ensino em sala de aula que permite explorar dimensões lúdicas, afetivas, estéticas e cognitivas. (FRANCISCO JUNIOR, 2018, p. 25)

Esta obra é uma das poucas referências encontradas até o momento que combina ciência e arte, tornando-se ainda mais rara por se tratar da química, em especial. Partilhando do mesmo pensamento que ja foi discutido e defendido até o momento sobre ciência e arte, o poema escolhido para desenvolver a presente pesquisa foi retirado do livro *Ciência em Verso e Prosa*, e tem como título: *Alucinações, aliterações e interações intermoleculares.*

Quadro 1 - Alucinações, aliterações e interações intermoleculares.

Ah, essas forças atrativas
Sua natureza eletrostática
Provocativas, pensativas
Não pense que é estática
Brownianas, coesivas, coercitivas
Fugazes, tenazes
Regiões positivas e negativas
Em suma, bipolares
De deformações eletrônicas são capazes
Momentaneamente, indutivas
Homogeneizando octano, etanol, etil-propano
Em maior proporção
Iodo em água, interação
Poeira no sertão
O iodo, a parcial dissolução
A água, o dipolar, o permanente
Difusão
A cor imanente
Dispersão em solução
Ubiquidade
O mundo cartesiano emaranha-se de relatividade
Mais homogeneamente
Os cristais de permanganato de potássio
Violeta
Agora é íon-dipolo
E outra faceta
A força coulombica, menos estreita
Aumento de magnitude
Também o raio de ação
Maior amplitude
É a solução?

Fonte: Francisco Junior (2018).

O poema em questão aborda a temática forças intermoleculares, e apresenta, sinteticamente, conceitos como polaridade, atração eletrostática, interação entre dipolos e a formação de soluções. Para Francisco Junior. (2018, pag. 161), as forças intermoleculares compreendem um tema abrangente, uma vez que abarca muitos fenômenos e conceitos em interface, tornando-se assim também um tema integrador, visto que reúne conceitos como ligações químicas, propriedades periódicas, geometria molecular, polaridade, etc.

As forças intermoleculares são as forças menos intensas do mundo químico, e estão intimamente relacionadas como as propriedades termodinâmicas de líquidos, sólidos e gases, desse modo, compreender tais forças de interação é extremamente

relevante se quisermos entender o comportamento de sistemas químicos a nível atômico molecular. (ROCHA, 2001)

4 METODOLOGIA

O presente estudo é de natureza qualitativa e trata-se de uma proposta pedagógica que articulou poesia e experimentação no ensino de química com o intuito de analisar as primeiras concepções e fecundações provenientes da vivência estética aliada a experimentação, visando contribuir para um ensino mais sensível e integrador. A pesquisa foi realizada numa escola estadual pública de Alagoas, e contou com a participação de 16 estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

Partilhando dos mesmos pensamentos daqueles autores que defendem uma aproximação entre ciência e arte no campo educacional, como sendo fecunda no sentido de desenvolver a imaginação, a sensibilidade, criatividade, e autonomia do pensamento, contribuindo assim com novas possibilidades de significação e construção de sentidos, a pesquisa ocorreu da seguinte maneira.

No primeiro momento da pesquisa ocorreu a elaboração de uma proposta pedagógica onde as atividades foram pensadas e organizadas buscando uma articulação entre o ensino de química e a vivência estética. Inicialmente foi feito a escolha do poema, que por sua vez faz parte do livro “Ciência em Verso e Prosa” do autor Wilmo Ernesto Francisco Junior, e tem como título “Alucinações, aliterações e interações intermoleculares” (Quadro 1). Além de abordar as temáticas forças intermoleculares, o poema apresenta brevemente, conceitos como polaridade, interação entre dipolos, atração eletrostática e a formação de soluções.

Após a escolha do poema foram selecionados três experimentos que possuem total relação com o poema e com a temática forças intermoleculares, inclusive são citados no texto poético. Concluída essa etapa foi possível pensar e organizar a melhor forma de articular poesia e experimentação para que ambas pudessem ser exploradas, e para que finalmente pudesse ser iniciado o segundo momento da pesquisa no qual ocorreu a realização da proposta pedagógica.

O segundo momento da pesquisa foi a realização da proposta pedagógica, que ocorreu em três encontros onde cada um teve duração de 1h40min.

1° Encontro

No primeiro encontro cada estudante recebeu digitado e impresso o poema “Alucinações, aliterações e interações intermoleculares”. Foi pedido para que

individualmente fizessem a leitura e interpretação do texto, e que posteriormente registrassem por escrito suas concepções iniciais a respeito.

Após esse momento, foi pedido para que os estudantes se reunissem em grupos para que compartilhassem entre si suas concepções iniciais, e também para que pudessem novamente refletir sobre o poema, agora em equipe. Para cada grupo foi entregue por escrito quatro questões, com o intuito de nortear a discussão, e novamente foi pedido para que registrassem por escrito as concepções, mas agora do grupo.

Finalizado esse momento de discussão entre os integrantes de cada grupo, os estudantes foram convidados a compartilharem suas concepções com todos da turma. Após uma breve discussão, foram realizados três experimentos, que foram eles:

I. Extração de álcool da gasolina com água;

II. Teste de solubilização do iodo em etanol, água e querosene;

III. Dissolução do permanganato de potássio em água.

No processo de execução dos experimentos os estudantes foram sendo questionados sobre os fenômenos que estavam sendo observados, e como eles poderiam explicar o que havia ocorrido em cada experimento, não somente descrevendo o que estavam vendo, mas também a partir de conceitos e/ou teorias científicas.

Após o término da parte experimental, foi pedido para que os estudantes se reunissem em grupos para que buscassem explicar os experimentos realizados, além disso, eles teriam que buscar estabelecer uma relação entre os experimentos e o poema, ou vice-versa. Cada grupo se comprometeu a elaborar uma apresentação, utilizando slides para que pudessem fazer uso não somente da fala, mas também de outros modos de representação, a fim de compartilharem suas explicações no próximo encontro.

2° Encontro

No segundo encontro ocorreram às apresentações, e os estudantes compartilharam suas explicações a respeito do que havia sido pedido. Comentários e observações foram sendo feitos oralmente no decorrer das apresentações, para que os estudantes pudessem pensar e/ou repensar suas ideias.

3° Encontro

Com base nas apresentações e nas falas dos estudantes, preparou-se uma breve aula com o intuito de discutir mais profundamente sobre o poema, os experimentos, sobre a relação entre ambos, e as explicações apresentadas pelos alunos.

Como fonte de dados para a presente pesquisa foram utilizados os registros escritos entregues após a leitura e interpretação individual e em grupo, os slides utilizados nas apresentações, e as observações realizadas nos diversos momentos da pesquisa.

No terceiro momento da pesquisa, houve a categorização e análise dos dados. Esse momento foi desenvolvido da seguinte forma:

- **Para a análise dos textos escritos:** Inicialmente foi feito a leitura de todos os textos com o intuito de fazer uma pré-análise das concepções iniciais e em grupos dos estudantes para conhecer suas primeiras impressões, interpretações e reações após a leitura do poema. Após a exploração e organização desse material, os textos que apresentaram ideias semelhantes foram organizados em grupos, e a partir desses grupos foram criadas as seguintes categorias de análise para melhor apresentar, analisar e interpretar as concepções iniciais dos alunos.

Quadro 2 - Categorias para análise das concepções iniciais dos estudantes

Categoria I	O estudante acredita que o poema aborda conceitos químicos, e os cita.
Categoria II	O estudante acredita que o poema estabelece uma relação entre química, meio ambiente e cotidiano
Categoria III	O estudante acredita que o poema apresenta relação com a química e desperta sentimentos e sensações.

Fonte: A autora (2020).

- **Para a análise dos slides:** Objetivando analisar como os estudantes utilizaram os diferentes modos de representações multimodais

presentes nos slides para apresentar suas explicações à respeitos dos experimentos e do poema. Assim como também investigar as influências dos experimentos na interpretação do texto, bem como na apropriação de conceitos químicos, foi realizada uma análise dos diferentes modos de representações multimodais textuais e não textuais (como esquemas, fotografias, desenhos, etc..).

Para a análise dos textos presentes nos slides foram observados:

- Presença e utilização de conceitos químicos, em especial as forças intermoleculares, para explicar os experimentos.
- Presença e utilização de regras.
- Relação dos textos com as imagens.

Para a análise das representações não textuais: foram identificadas, nos slides a presença de 10 imagens, entre elas: fotografias, esquemas, e representações de fórmulas estruturais. Além da relação estabelecida entre a imagem e o texto, estas figuras foram analisadas conforme seu nível de representação, podendo estas serem representações de um fenômeno no nível macroscópico, submicroscópico, ou simbólico. Para Johnstone (1993; 2000) no processo de compreensão do conhecimento químico estão envolvidos esses três níveis de representação, e de acordo com Ferreira e Gibin (2012) para ter uma boa compreensão da química faz-se necessário conhecer e transitar entre esses níveis. Desse modo, foram criadas as seguintes categorias de análise:

Quadro 3 - Categorias para análise das imagens com base nos diferentes níveis de representação de fenômenos químicos propostos por jonstone(1993; 2000).

Categoria	Descrição
Categoria I. Representação em nível de fenômeno empírico	A imagem representa um fenômeno ou objeto em nível macroscópico.
Categoria II. Representação em nível de abstração atômico molecular.	A imagem representa um fenômeno em nível submicroscópico ou simbólico

Fonte: A autora (2020).

Para além dessas questões e inspirados no artigo de Neves e Borba (2019), no qual os autores analisam como estudantes realizam intersemioses ao expressarem ideias matemáticas em vídeos e o papel da tecnologia nesse processo, foram

analisadas também as relações estabelecidas entre os diferentes modos de representação multimodais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados e discutidos os resultados da presente pesquisa. Inicialmente serão apresentadas e discutidas as concepções iniciais dos estudantes após a leitura individual e grupal do poema, logo em seguida, haverá os resultados referentes à análise dos diferentes modos de representações multimodais presentes nos slides.

5.1 SOBRE AS CONCEPÇÕES INICIAIS APÓS A LEITURA INDIVIDUAL DO POEMA

No primeiro momento da proposta pedagógica os estudantes foram convidados a se dirigirem ao laboratório de ciências da escola, onde cada aluno recebeu o poema “Alucinações, aliterações e interações intermoleculares” digitado e impresso. Inicialmente, pôde-se observar expressões de estranhamento e humor, afinal, não é sempre que os estudantes são convidados a ir ao laboratório de ciências para fazer a leitura de um poema. Alguns mostraram-se entusiasmados e curiosos para fazer a leitura, enquanto outros demonstraram certa inquietação questionando se iriam fazer algum experimento. As expressões de humor foram as que mais ficaram evidentes, e certos estudantes apresentaram uma resistência e desinteresse em fazer a leitura do poema, enquanto outros se mostraram mais interessados e concentrados.

A respeito dessas primeiras reações expressas vale a pena fazer uma reflexão com base na seguinte citação retirada do trabalho de Ferreira, França e Vieira (2016, p.88):

> A complementaridade entre pensar e sentir se deixa transparecer ao reconhecermos que o conhecimento inteligível amplia a capacidade sensível e vice-versa, pois, como afirma Duarte Jr. (2001), pensar/sentir a respeito de algo de modo profundo e reflexivo leva a colocarmo-nos de modo diferente frente às situações cotidianas e nos abrir a novas experiências.

O fato de fazer a leitura de um poema em pleno laboratório de química não é algo muito comum, pode-se dizer que é natural que os estudantes tenham certas reações frente a essa situação. Entendendo que a recíproca acima seja verdadeira, quando pensamos e/ou sentimos de modo profundo e reflexivo a respeito de algo, isso nos abre a vivenciar novas experiências. Dentre essas reações expressas pelos estudantes ao ler o texto poético, um poema que causa estranheza tem essa

potencialidade de estimula-los a conhecer e refletir sobre o texto, levando-os a se abrirem a novas experiências, pensamentos e sensações.

Em uma das bancadas do laboratório foi deixado propositalmente alguns dicionários de língua portuguesa para que eles pudessem consultar caso necessário. Após a leitura e interpretação individual, os estudantes entregaram por escrito suas concepções iniciais sobre o poema, foram analisados no total 16 textos, no qual cada um expressou o que havia refletido sobre o poema.

Nesse trabalho iremos inicialmente analisar as concepções dos estudantes a partir da leitura de um poema, propõe-se aqui uma análise e discussão baseada nos conceitos de vivência estética, entendendo que a estética tem o potencial de aflorar a sensibilidade de modo a construir novas experiências.

> Ao abordar a concepção de estética, referimo-nos aos saberes sensíveis que constituem as experiências ou, ainda, o conhecimento obtido por meio dos sentidos, que nos permite melhor observar e atuar cotidianamente. Estética pode ser compreendida, então, como a faculdade humana de percepção sensória, que articula a cultura com as individualidades, de modo a criar representações, emoções e sentidos que nos são próprios. (FERREIRA; FRANÇA; VIEIRA, 2016, p.85)

As primeiras concepções dos estudantes em relação ao poema trouxeram à tona diferentes interpretações. Na categoria I (quadro 4) os estudantes apontam relações superficiais entre o conteúdo do poema e conceito(s) químico(s), chegando a citar, mas sem desenvolver uma explicação.

Quadro 4 - Categoria I.O estudante acredita que o poema aborda conceitos químicos, e os cita.

Estudante	
E1	*“Fala de interação de moléculas, de agitação, e que contém forças positivas e negativas e que se atraem a outros.”*
E6	*“Esse poema também me lembra das minhas primeiras aulas de química, me fez lembrar dos ácidos e bases e sobre as interações das moleculas (sic).”*
E9	*“O poema fala sobre reações químicas, sobre forças atrativas. É interessante a parte que fala sobre homogeneização (sic)*
E11	*“No poema fala sobre cargas que é positivas e negativas.”*
E15	*“Entendi que fala sobre as substâncias químicas, sobre reações, forças, etc.”*

Fonte: A autora (2020).

Embora não tenham se aprofundado, pôde-se observar em alguns textos a presença de termos químicos relacionados à temática interações intermoleculares. No quadro acima temos alguns trechos retirados dos textos, onde os estudantes citaram que o poema fala de "*interação de moléculas*", de "*forças positivas e negativas*", de "*forças atrativas*", "*substâncias*" e "*reações*".

Essas primeiras concepções apresentaram, em certo grau, uma aproximação com a temática científica abordada no poema. Os destaques aos termos "*forças atrativas*", "*interação de moléculas", cargas positivas e negativas"* permitem ao professor organizar questionamentos que estimulem os estudantes a se aprofundarem em busca de mais informações.

Almeida (2018) afirma que o uso de poemas em sala de aula pode ser estimulador, uma vez que envolve leitura e interpretação de texto para compreender a mensagem que o autor deseja passar, sendo assim os estudantes ficam livres para pensar e criar hipóteses, ao invés de recorrerem à memorização de vários conceitos químicos.

Em meio a tantos pensamentos e interpretações houve estudantes que escreveram que o poema estabelece relações existentes entre química, natureza e cotidiano. Apesar dessas concepções que foram apresentadas, conforme tabela 4, não possuírem tanta relação com a temática abordada na poesia, elas são fruto dos pensamentos e das interpretações pessoais de cada estudante, e portanto não se tratam de ideias erradas sobre o texto, mas sim das suas primeiras concepções à respeito, que podem ser repensadas e/ou aprimoradas junto com o professor em um momento de discussão. Além disso, Bronowski (1998, p.27) faz uma reflexão a respeito da leitura de um poema, para este autor quando lemos um poema todos podemos ver as mesmas palavras, no entanto cada um de nós torna-o, até certo ponto, diferente e pessoal ao escolher tonalidades distintas, pontos diferentes, e ao criar analogias na mente.

Quadro 5 - O estudante acredita que o poema estabelece uma relação entre química, meio ambiente e o cotidiano.

Estudante	
E4	*"Eu entendi que o poema fala sobre reações químicas e também que a química tem algo relacionado a natureza"*

E5	*“O poema fala que a química é natureza, que química está por toda parte, que é incrível aos olhos de quem ver, com suas misturas, formas e cores, com seus elementos sendo naturais ou artificiais, a química é pura poesia”*
E16	*“Bem, na minha opinião o poema fala dos componentes químicos com suas reações e faz uma relação com a química e as coisas do nosso planeta.”*

Fonte: A autora (2020).

Alguns estudantes entenderam que o poema falava de reações químicas, no entanto, vale ressaltar que, quando átomos, moléculas ou íons aproximam-se pode ocorrer dois fenômenos. O primeiro é que essas espécies químicas podem reagir, e o segundo é que elas podem interagir, para que uma reação química ocorra, necessariamente ligações químicas precisam ser quebradas e/ou formadas, já em uma interação química, que é o foco principal do poema em questão, as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Desse modo, não está correto afirmar que o poema fala das reações químicas, entretanto, como já foi dito antes, trata-se apenas das primeiras concepções, e não havia sido feito nenhuma discussão conceitual até então.

A próxima tabela apresenta as concepções que se enquadraram na categoria III, está por sua vez apresenta aqueles trechos onde os estudantes descreveram que o poema apresenta relação com a química e desperta sentimentos e sensações. Para Lima, Ramos e Piassi (2020, p.6), a vivência estética pode promover o desenvolvimento da interpretação pessoal, das percepções, e da sensibilidade.

> A utilização de diferentes linguagens artísticas que possam sensibilizar professores e alunos para um ensino de ciências mais criativo, ampliando a percepção do papel da ciência e da arte; desenvolvendo estratégias, processos, metodologias e produtos que aumentem a criatividade na formação [...]; e ainda praticando um ensino que estimule a imaginação, a criatividade, a sensibilidade e a intuição. (FERREIRA, 2010, p. 263).

Quadro 6 - Categoria III. O estudante acredita que o poema apresenta relação com a química e desperta sentimentos e sensações.

Estudante	
E2	*“O poema pega coisas cotidianas e põe a química como destaque, fazendo as pessoas que os leiam, pensarem diferente, deixando elas mais curiosas a procura de saber o que significam aquelas palavras.”*
E7	*“Ele consegue passar a ideia do que sente de forma teorica(sic) e mesmo assim, sentimental e romântica. Como é esperado de um poema, ele consegue combinar as palavras e usalas(sic) com sentido diferente e entregar sua mensagem.”*
E8	*“Ele consegue passa esse poema pra quem esta lendo de uma forma sentimental”*
E15	*“Me fez sentir dúvida por não entender o que algumas palavras significava(sic)”*

Fonte: A autora (2020).

Sabe-se que a poesia tem o poder de despertar nas pessoas diversas reações, sentimentos e interpretações. Do ponto de vista dos estudantes E7 e E8 a leitura do poema traz certo sentimentalismo para aqueles que o leem, de modo que o autor consegue se expressar fazendo uso da teoria, mas sem deixar de lado a emoção. Para Lopes (2005, p.416), “a arte pode ajudar a popularizar a ciência porque pode contribuir para conferir emoção aos temas da ciência”, e ainda prossegue afirmando que “a ciência é emocionante, mas o registro que se faz dela (...) não inclui o papel da intuição na prática científica – o que acentua a errônea visão dicotômica de que a ciência se baseia na razão e a arte na emoção.” (LOPES, 2005, p.416). Ainda seguindo esse raciocínio, a vivência estética pode ser um caminho para que os estudantes percebam que a ciência pode estar em outros lugares, como no poema, nos filmes, em uma pintura, na música, na arte.

A curiosidade e a dúvida são importantes no processo de aprendizagem, ambas podem instigar o aluno a ir em busca do conhecimento. Para os estudantes E2 e E15, a dúvida e a curiosidade foram despertadas em si a partir da leitura, uma vez que não conseguiram compreender o significado de determinadas palavras presentes

no poema. Para Pietrocola (2004) as atividades científicas se tornam interessantes e instigadoras quando são capazes de excitar nossa curiosidade.

> A vivência estética implica um olhar apurado e curioso para a realidade, buscando perceber-se além da superficialidade e das concepções já dadas. É maneira de voltar-se ao mundo com a atenção e a simplicidade de quem busca apreender novos sentidos, conhecê-lo de outra maneira. (FERREIRA; FRANÇA; VIEIRA, 2016, p.91)

Os escritos do estudante E2 traz algo bastante interessante, para ele a leitura do poema faz as pessoas "*pensarem diferente*" deixando-as mais "*curiosas*". Um texto que desperta novos pensamentos e estimula a curiosidade dos estudantes torna-se valioso para professores e alunos nos processos de ensino e aprendizagem, são esses novos pensamentos e essa curiosidade que impulsionam o surgimento de novas ideias, sentidos e conhecimentos.

Não compreender certas palavras do poema foi uma das justificativas dos estudantes que os fizeram sentir dúvidas e curiosidades. Porto (2000), ao analisar um dos poemas de Augusto dos Anjos, afirma que seus poemas são recheados de palavras incompreensíveis para a maioria dos leitores, e dessa forma adquirem uma aura de mistério, musicalidade e encantamento. Nesse sentido, o poema de Francisco Jr. "Alucinações, aliterações e interações intermoleculares", parece trilhar os mesmos caminhos.

Essas foram algumas das potencialidades reveladas a partir dessa primeira análise, de um modo geral, as concepções iniciais dos estudantes revelam suas primeiras impressões, pensamentos, opiniões, pontos de vista, tentativas de interpretação. Embora algumas concepções tenham se aproximado, cada estudante interpretou à sua maneira, exteriorizando aquilo que o poema despertou dentro de cada um, aflorando novas ideias, sensações e reações importantes para os processos de ensino e aprendizagem.

5.2. SOBRE AS CONCEPÇÕES APÓS A LEITURA E DISCUSSÃO EM GRUPO

No segundo momento da proposta pedagógica, os estudantes formaram quatro grupos com o intuito de fazer novamente a leitura do poema e compartilharem suas concepções iniciais a respeito. Foi pedido para que cada grupo registrasse por escrito suas concepções, para que posteriormente fosse realizada uma discussão entre todos os grupos. Para nortear a discussão entre os integrantes dos grupos, foram feitos

alguns questionamentos, entre eles: quais sentimentos e/ou sensações foram despertados em você Ao ler o poema “Alucinações, aliterações interações intermoleculares”?; O poema possui alguma relação com a química? Explique.; O que você entendeu sobre o poema?

Inicialmente vamos discutir sobre os registros entregues pelos integrantes de cada grupo, e posteriormente faremos um breve relato sobre a discussão com a turma. As concepções apresentadas pelos grupos não se distanciaram muito daquelas que foram expostas anteriormente de forma individual. De acordo com os escritos do Grupo 1, o poema possui uma relação com a química e fala sobre regiões positivas e negativas, difusão, deformação eletrônica, homogeneização do etanol, e sobre a interação do iodo em água, para o grupo a leitura do poema desperta a curiosidade e faz surgir algumas dúvidas.

O Grupo 2 acredita que o poema fala de substâncias químicas como o iodo, sobre regiões positivas e negativas, e interação, possuindo assim uma relação com a química, para esse grupo o poema despertou neles um sentimento de dúvida.

Para o grupo 3 o poema destaca algumas “reações químicas” o que provoca uma curiosidade no leitor em busca de novos conhecimentos. Nos escritos dos próprios integrantes do grupo:

G3: “Não pense que é estática”, nessa frase ele fala que essas forças atrativas ou moléculas não são artificiais ou estáticas como ele diz e sim da natureza, por esse fator essas partículas acabam se “metabolizando” ou “evoluindo”, “Iodo em água”, “os cristais de permanganato de potássio” violeta agora é íon dipolo”, um exemplo de transformação”

O Grupo 4 apresentou uma compreensão bem distinta das demais, para os integrantes da equipe o autor do poema faz o uso de termos químicos para expressar seus sentimentos. Além disso, a equipe afirmou que o poema fala sobre regiões positivas, negativas, sobre homogeneização, difusão e dispersão.

G4: “Conseguimos sentir toda a paixão expressa e por sua linguagem química, podemos imaginar todos os processos citados dando a sensação de mágica.”

No momento de discussão com toda a turma as equipes compartilharam suas concepções a respeito do poema, nesse momento os estudantes concluíram que o poema fala sobre “transformações”, “separações”, e de “forças de atração”, no entanto quando questionados sobre quais forças seriam essas, não souberam especificar.

Para a turma, o poema fala de alguns experimentos, e citaram como exemplo o “iodo em água”.

O trecho retirado do texto do grupo 3 traz uma questão muito importante quando os estudantes afirmam que a leitura do poema os fazem ***“imaginar”.*** Para Lima, Ramos e Piassi (2020), a imaginação é o fundamento central da brincadeira, do prazer, da possibilidade de explorar novas ideias e sensações, processo que tem início na infância e se manifesta nas atividades científicas e artísticas. A construção do conhecimento científico envolve diversos processos dos quais a imaginação e a criatividade são essências. De acordo com Moreira (2002), ciência e arte embora estejam ligadas a domínios diferentes de conhecimentos e valores, pertencem à mesma busca imaginativa humana, desse modo, o diálogo entre esses dois campos pode ser enriquecedor, uma vez que a criatividade e a imaginação são o húmus de que se nutrem. Quando pensamos na química, com todos os seus modelos, teorias, átomos, moléculas, símbolos, e em todas as descobertas científicas, podemos perceber a importância da imaginação para o desenvolvimento desta ciência

> A capacidade de produzir idéias e organizá-las sobre a tutela da razão e da experimentação está na base de todo conhecimento científico. A criação se dá no pensamento através do poder da imaginação. Esta, por sua vez, é uma das habilidades fundamentais do cientista. Ser capaz de imaginar situações através das idéias científicas é sua principal virtude. É através da imaginação que ele depassa os casos particulares estudados e atinge os níveis mais gerais do conhecimento. (PIETROCOLA, 2004, p.8).

As concepções iniciais dos estudantes revelaram diferentes pensamentos e interpretações, além de despertar emoções, dúvidas e a curiosidade, que são imensamente importantes nos processos de aprendizagem.

> A capacidade de aprender é inerente à possibilidade de o educando ter curiosidade o suficiente para buscar o conhecimento, fruto da necessidade e/ou desejo que surge de compreender a razão das coisas e ampliar os horizontes de sentidos à leitura do mundo. (SILVEIRA e ZANETIC, 2017)

Alguns pensamentos se aproximaram bastante da ideia central do poema, mas ainda assim havia muito que se discutir e explorar dessa obra literária. De acordo com Almeida (2018), uma forma de potencializar o uso de poemas é associar esse recurso com outro recurso didático, como a experimentação. Para o autor, um recurso pode complementar as possíveis falhas existentes no outro. Conhecendo as

potencialidades da experimentação no ensino de química, foram realizados os seguintes experimentos.

I. Extração de álcool da gasolina com água
II. Teste de solubilização do iodo em água, etanol, e querosene
III. Dissolução do permanganato de potássio em água

Todos os experimentos que foram realizados possuem uma relação direta como o poema, e para compreendê-los e explica-los corretamente os estudantes teriam que recorrer principalmente às interações intermoleculares. Durante a condução dos experimentos foi pedido para que os estudantes observassem atentamente o que iria ocorrer, para que em seguida compartilhassem suas observações com os demais. No primeiro experimento foram misturados volumes iguais de gasolina e etanol, em seguida essa mistura foi agitada, os estudantes logo notaram um aumento no volume de água, e uma diminuição no volume da gasolina, questionados sobre o que poderia ter causado essa alteração nos volumes das substâncias em questão um dos estudantes afirmou que já havia visto esse experimento antes em um vídeo no youtube sendo utilizado para verificar se a gasolina dos postos estava adulterada, e que esse aumento no volume de água era justamente a quantidade de álcool presente na gasolina. Nesse momento foram feitas algumas breves discussões a respeito da composição da gasolina, e da porcentagem de álcool permitida por lei. Nesse momento os estudantes foram questionados sobre o porquê de o álcool ter sido extraído da gasolina e ter se misturado com a água, como não houve nenhuma explicação coerente, partiu-se para o próximo experimento.

No segundo experimento foram adicionados com a ponta de uma espátula aproximadamente a mesma quantidade de iodo em diferentes solventes, e foi pedido para que os estudantes fizessem suas observações a respeito da solubilização do lodo nos três processos diferentes. Os alunos chamaram atenção para dois aspectos, a mudança de coloração e a diferença de solubilidade do iodo em cada solvente, mas não souberam explicar esse comportamento.

No terceiro experimento foi feita a dissolução do permanganato de potássio em água, os estudantes logo admiraram-se com a forte cor violeta que ia rapidamente se espalhando pela água. Após esse momento, foi pedido para que os estudantes buscassem explicações científicas para todos os experimentos realizados e em grupo elaborassem uma apresentação em *slide*, a fim de responder todas os

questionamentos, observações e inquietações que foram surgindo. Além disso, foi solicitado que buscassem estabelecer uma relação entre os experimentos e o poema “Alucinações, aliterações e interações intermoleculares”, objetivando tecer novas e/ou diferentes interpretações sobre o poema.

Objetivando analisar os diferentes modos de representação presentes nos slides que foram utilizados pelos estudantes para apresentar suas explicações à respeitos dos experimentos e do poema. Assim como também investigar as influências dos experimentos na interpretação do texto, bem como na apropriação de conceitos químicos, foi realizada uma análise dos diferentes modos de representações multimodais textuais e não textuais (como esquemas, fotografias, desenhos, etc..) presentes nos slides.

Para a análise das representações não textuais foram identificadas, nos slides a presença de 10 imagens, entre elas: fotografias, esquemas, e representações de fórmulas estruturais. Estas imagens foram categorizadas conforme seu nível de representação, podendo ser uma representação à nível de fenômeno empírico ou uma representação a nível de abstração atômico molecular.

Para além dessas questões e inspirados no artigo de Neves e Borba (2019), no qual os autores analisam como estudantes realizam intersemioses ao expressarem ideias matemáticas em vídeos e o papel da tecnologia nesse processo, foram analisadas também as relações estabelecidas entre os diferentes modos de representação multimodais.

5.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA LINGUAGEM NÃO TEXTUAL

Ensinar e aprender química exige a imersão de professores e alunos em um campo teórico abstrato repleto de teorias, conceitos, modelos, e signos que precisam ser imaginados mentalmente, para que fenômenos sejam explicados. Quem deseja explicar algo precisa fazer uso da comunicação, e para que esta seja eficiente a linguagem oral e/ou escrita nem sempre é suficiente, com isso, outros modos de comunicação entram em cena para que a mensagem seja entendida. Na química a utilização de diferentes modos de representações multimodais pode ser bastante eficiente para auxiliar nas explicações e no entendimento dos conteúdos, uma vez que nem sempre uma explicação oral será o suficiente para explicar um fenômeno, fazer

uso de outros recursos além da fala e da escrita pode ser interessante tanto para professores quanto para os alunos. (QUADROS; GIORDAN, 2019, p.75)

De acordo com Quadros e Giordan (2019, p. 76):

> A Multimodalidade refere-se às mais distintas formas e modos de representação utilizados na construção linguística de uma dada mensagem, tais como: palavras, imagens, cores, formatos, marcas/traços tipográficos, proxêmica, gestos, prosódia, além de outros modos que dependem do contexto. Em relação aos modos propriamente ditos, Kress (2010) afirma que "modo é um recurso semiótico para fazer sentido que é socialmente moldado e culturalmente dado" (p. 79). Para ele, a imagem, a escrita, o layout, o som, a música, os gestos, a fala, a imagem em movimento, uma trilha sonora e objetos 3D são exemplos de modos semióticos usados na representação e na comunicação.

Dentro da multimodalidade, as imagens também são uma forma de representação utilizadas na construção linguística de uma determinada mensagem. Para Gibin e Ferreira (2013, p.20) o uso de imagens no ensino de química pode facilitar e estimular a retenção e a lembrança de conceitos que foram aprendidos, visto que elas são mais facilmente lembradas do que as palavras.

Uma vez que estamos falando de representações, Johnstone (1993; 2000) afirmou que, no processo de compreensão do conhecimento químico estão envolvidos três níveis de representação: o macroscópico, submicroscópico, e simbólico. Segundo Wu, Krajcik e Soloway (2001) no nível de representação macroscópico, os fenômenos são observáveis, já no submicroscópico, o fenômeno é explicado a partir do arranjo e movimento de átomos, íons, moléculas, ou demais espécies subatômicas. Por fim, o nível simbólico trata-se das representações de transformações químicas por fórmulas, moléculas, equações, dentre outros. O fato é que para compreender e/ou explicar os fenômenos químicos é preciso explorar esses três níveis de representação, uma vez que não basta apenas visualizar o fenômeno ocorrendo no nível macroscópico para compreender o que está ocorrendo, é preciso compreender o que está ocorrendo em nível submicroscópico, ou seja como as espécies subatômicas estão se comportando para que determinado fenômeno ocorra.

Sabendo que não é possível observar o que de fato ocorre no nível submicroscópico, o uso de modelos é bastante utilizado na química, uma vez que estes desempenham um papel central na ciência e estão no centro de qualquer teoria científica, tornando-se uma das principais ferramentas utilizadas por cientistas na produção do conhecimento e um dos principais produtos da ciência (FERREIRA e JUSTI, (2008); GIBIN, (2015)). Nesse cenário, o uso de recursos multimodais visuais

como as imagens se torna interessante para auxiliar nas explicações, visto que estas podem vir ilustrando determinados fenômenos em quaisquer um dos níveis de representação química.

Nesse trabalho, foi a vez dos estudantes utilizarem diferentes recursos multimodais para explicarem os experimentos químicos. Nesse momento será feito uma análise das diferentes representações multimodais presentes nos slides dos estudantes, textuais e não-textuais, que foram utilizados para explicar os experimentos.

Para a análise das representações não textuais foram identificadas, nos slides a presença de 10 imagens, entre elas: fotografias, esquemas, e representações de fórmulas estruturais. Estas imagens foram categorizadas conforme seu nível de representação, podendo ser uma representação à nível de fenômeno empírico (A imagem representa um fenômeno ou objeto em nível macroscópico), ou uma representação a nível de abstração atômico molecular (A imagem representa um fenômeno em nível submicroscópico ou simbólico). Observe a tabela abaixo:

Quadro 7 - Categorização das imagens de acordo com seu nível de representação.

Imagem	**Descrição**	**Categoria I. Representação em nível de fenômeno**	**Categoria II. Representação em nível atômico molecular**
Esquema 1	Esquematização do processo de extração do álcool da gasolina	**X**	
Esquema 2	Esquematização do processo de extração do álcool da gasolina	**X**	
Esquema 3	Esquematização do processo de extração do álcool da gasolina	**X**	
Fotografia 1	Béquer contendo permanganato de potássio dissolvido em água	**X**	
Fotografia 2	Béquer contendo iodo e água	**X**	
Fotografia 3	Béquer contendo permanganato de potássio dissolvido em água	**X**	

Fotografia 4	Béquer contendo permanganato de potássio dissolvido em água	**X**	
Fotografia 5	Almofariz	**X**	
Formula estrutural química 1	Ácido Acético		**X**
Fórmula estrutural química 2	Ácido Caproico		**X**

Fonte: A autora (2020).

Como pode ser observado no quadro 7, a maioria das imagens foram utilizadas para representar algum fenômeno empírico, tratavam-se de fotografias de vidrarias contendo determinadas substâncias (Figura 1) ou de esquemas que ilustravam o passo a passo de experimentos. Imagens como essas podem auxiliar os estudantes na hora de explicar o que foi observado durante o experimento, podendo ser bastante úteis quando se deseja descrever um fenômeno.

Figura 1 - Imagens retiradas dos slides dos estudantes.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Das 10 imagens apenas duas se enquadraram na categoria II, estas tratavam-se de duas representações de fórmulas estruturais planas de substâncias químicas. Isso demostra pouca preocupação dos estudantes em explorar os níveis submicroscópico e simbólico para compreender e explicar os experimentos, e como consequência a aprendizagem fica comprometida, uma vez que é através das teorias, dos modelos e suas representações que podemos explicar os fenômenos químicos (SILVA; MORTIMER, 2010, p.10). Nos slides onde essas representações estavam presentes elas foram utilizadas, complementando a explicação textual, para explicar alguns processos de dissolução que foram realizados na rodada de experimentos, onde os estudantes fizeram uso de conceitos envolvendo polaridade para explicar que

algumas moléculas poderiam ter um caráter polar e apolar simultaneamente, uma vez que determinadas regiões da molécula podem apresentar polaridades distintas.

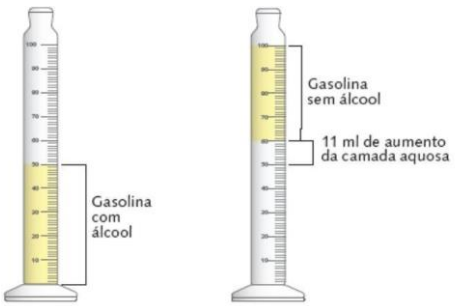
> Ben-Zvi et al. (1987) salientam que várias pesquisas mostram que os estudantes apresentam dificuldades para compreender os diferentes níveis de representações em química. Ainda segundo a autora, os estudantes apresentam dificuldades com as representações submicroscópica e simbólica porque são invisíveis e abstratas, e o pensamento deles é elaborado sobre a informação sensorial. Além disso, conforme assinala Gillespie (1997, p. 484), "*os estudantes não conseguem estabelecer relações apropriadas entre o nível macro e o submicroscópico*". É relevante para o ensino de química investigar as dificuldades apresentadas pelos alunos nas diferentes formas de representação, e como constroem seus modelos sobre os conceitos químicos. (GIBIN e FERREIRA, 2013, p.22)

Para explicar e compreender determinados fenômenos químicos não basta apenas descrever o que foi observado durante o processo, é preciso recorrer às explicações científicas onde teorias e conceitos são explorados visando compreender um fenômeno a partir das interações entre átomos e moléculas. Nesse sentido, a linguagem assume um papel importante, assim como enfatiza Mortimer (2010, p.186):

> A aprendizagem de Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Essa, por sua vez, é multimodal, no sentido que, além da linguagem verbal, pressupõe o manejo de uma série de outros aspectos que incluem símbolos, gráficos, diagramas, esquemas, etc.

Como exemplo, vamos pensar em um dos experimentos feitos que foi o da extração do etanol da gasolina utilizando água. Ao explicar esse experimento alguns estudantes fizeram uso tanto da linguagem textual quanto da não textual, o esquema abaixo foi utilizado por duas equipes na tentativa de explicação.

Figura 2 - Esquema para representação do experimento de extração do etanol da gasolina com água.



Fonte: A autora (2021).

Esse tipo de imagem, esquematiza bem o que ocorreu na prática, ou seja, o fenômeno empírico. Ao explicar esse fenômeno os estudantes fazem uso do esquema para dizer que quando adicionamos determinada quantidade de água na gasolina, o volume da fase aquosa aumenta enquanto o da fase da gasolina diminui, uma vez que o álcool antes presente na gasolina passa para a fase aquosa. Bom, pensamentos semelhantes a esse foram compartilhados na tentativa de explicação, no entanto isso não é suficiente para explicar o que de fato ocorre, uma vez que não explica o fenômeno completamente apenas descreve o que ocorreu e traz uma observação interessante que é a identificação da substância que se misturou com a água causando o aumento da fase aquosa. Essa observação trazida por eles, abre espaço para questionamentos como “Porque o etanol passou a se misturar com a água?”, é a partir de indagações como essas que o estudante poderia recorrer à linguagem científica, fazendo uso das teorias, modelos e representações químicas para de fato compreender e explicar o fenômeno.

A intersemiose das imagens com os textos permitiu aos estudantes ilustrar alguns processos experimentais que foram realizados na prática, complementando assim o que estava escrito nos textos, desse modo, além da explicação textual e da descrição de alguns processos experimentais, foi possível também visualiza-los a partir das imagens. De um modo geral, as imagens foram utilizadas para complementar os textos dos slides com o objetivo de ilustrar um processo experimental e/ou complementar o que estava presente nos textos, além de auxiliar durante a explicação oral. De acordo com Gibin e Ferreira (2013, p.21), o uso das imagens pode ser útil para o ensino de química, pois estudos têm mostrado que os estudantes que visualizam o fenômeno químico no nível molecular desenvolvem boa compreensão conceitual.

Nesse sentido, as imagens poderiam ter sido mais exploradas no sentido de representar um fenômeno no seu nível atômico molecular, ilustrando as interações entre os átomos e/ou moléculas que ocorrem ou que deixam de ocorrer para que as substâncias se comportem dessa maneira, ou seja, a nível atômico molecular o que ocorre para que o etanol passe a interagir mais fortemente com a água. O pouco uso de imagens representando fenômenos no nível submicroscópico e simbólico, além das tentativas de explicação que em sua maioria se basearam em regras canônicas e descrição dos fenômenos à nível macroscópico, reflete o pouco interesse dos estudantes em buscar compreender os fenômenos químicos fazendo uso da

linguagem e dos conceitos químicos, além de revelar certa dificuldade dos estudantes em transitar entre os três níveis de representações químicas.

5.4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA LINGUAGEM VERBAL ESCRITA, ORAL.

Para a análise dos textos presentes nos slides foram observados:

- Presença e utilização de conceitos químicos, em especial as forças intermoleculares, para explicar os experimentos.
- Presença e utilização de regras.
- Relação dos textos com as imagens.

Essas observações foram feitas a partir da análise das explicações apresentadas para cada experimento pelos estudantes, conforme será visto a seguir:

A linguagem verbal escrita foi utilizada nos slides para explicar os experimentos, este tipo de linguagem esteve presente em praticamente todos os slides, e certas vezes estavam situadas ao lado de uma imagem que em sua maioria ilustrava algum fenômeno que estava sendo descrito a partir da linguagem textual. Iremos agora analisar essas explicações presentes na linguagem verbal textual, vale salientar que até o momento não tinha sido abordado nenhum conceito em sala de aula, apenas a discussão do poema, os experimentos, e alguns questionamentos.

A gasolina brasileira apresenta cerca de 25% de etanol em sua composição, a miscibilidade entre essas duas substâncias se dá devido às interações que ocorrem entre as partes apolares das moléculas que formam esses dois líquidos. Quando misturamos gasolina e água, foi observado que o etanol que estava miscível na gasolina passou para a fase aquosa, como explicar esse comportamento do etanol? Veremos o que os estudantes pensaram a respeito.

Quadro 8 - Quadro 6. Explicações dos estudantes sobre o experimento I.

Equipe 1	“Gasolina e água: A resposta se baseia na regra “Semelhante dissolve semelhante”.”
Equipe 2	“Depois do processo de misturar, agitar e repousar, a gasolina (por ser menos densa) fica na parte superior. Na parte

	inferior, fica a água com o álcool extraído da gasolina. Vamos analisar porque isto ocorre: 1) Água é polar e gasolina é apolar. Por essa razão, a mistura dos dois é heterogênea (duas fases). 2) O álcool é menos polar que a água e se dissolve na gasolina formando uma única fase (homogênea). 3) Em função da polaridade, o álcool tem mais afinidade pela água do que pela gasolina.”
Equipe 3	Embora os solutos apolares se dissolvam melhor em solventes apolares e vice- versa, existem exceções, como ocorre com a gasolina, que é apolar e se dissolve muito bem no etanol, que é polar. Assim, o mais correto é considerar a solubilidade em termos de intensidade das forças intermoleculares. •O etanol é um caso especial de composto orgânico no que diz respeito à solubilidade, pois ele é infinitamente solúvel na água, que é polar, mas também dissolve muito bem materiais apolares como a gasolina. Isso acontece porque sua molécula possui uma parte apolar e uma extremidade polar, o grupo OH.
Equipe 4	Não apresentou explicação

Fonte: A autora (2020).

Os processos de solubilidade e miscibilidade podem ser explicados com base nas interações intermoleculares, portanto, para compreendermos e explicar o que ocorre no experimento de extração do etanol da gasolina basta é preciso pensar o que ocorre a partir da interação entre as moléculas, e não recorrer a regras que na maioria das vezes confundem a mente dos estudantes.

A equipe 1 buscou explicar o experimento a partir da regra “semelhante dissolve semelhante”, essa regra baseia-se na polaridade para prever a solubilidade (miscibilidade), de uma substância em outra, portanto, para que um solvente polar possa dissolver um determinado soluto, este precisa ser polar. O problema dessa regra é que ela não é capaz de explicar, por exemplo, porque o etanol, com características polares, e a gasolina, sendo apolar são miscíveis mesmo possuindo polaridades diferentes. Para Francisco Junior. (2018, p.187) o estudo de temas como a solubilidade e a miscibilidade, só tem sentido a partir da compreensão das forças de atração e repulsão que conduzem a solubilização, e não a partir da memorização de regras canônicas que induzem os estudantes “a um pseudoconhecimento químico”.

> Chama atenção que o pensamento químico não deve estar restrito ao uso de regras, mas a compreensão qualitativa dos fenômenos no nível submicroscópico. Desse modo, o fenômeno da solubilidade não deveria estar atrelado exclusivamente a regra semelhante dissolve semelhante, mas sim a uma abordagem dos processos e sistemas envolvidos. (JUNQUEIRA e MAXIMIANO, 2016, p.11)

Como já foi dito antes precisamos pensar esse tema a partir das interações intermoleculares e da polaridade das moléculas, assim como foi feito pela equipe 2, e em especial a equipe 3, que explicou de forma mais detalhada o que ocorreu no primeiro experimento, apesar de não citarem o tipo de interação intermolecular. A miscibilidade entre gasolina e etanol torna-se possível uma vez que as moléculas do etanol possuem uma extremidade apolar e outra polar, desse modo, o etanol é capaz de interagir tanto com a gasolina quanto com a água. Quando interage com a gasolina, as extremidades apolares das moléculas do etanol interagem com as moléculas que formam a gasolina, que por sua vez são apolares, a partir das interações de dispersão de London. Já quando misturamos etanol e água, a extremidade polar do etanol, formada pela hidroxila (OH), interage com as moléculas da água, que são polares, a partir das ligações de hidrogênio. No experimento, observamos o etanol foi extraído da gasolina, passando para a fase aquosa isso pode ser explicado pelo fato de as

interações intermoleculares entre as moléculas da água e do etanol serem mais intensas do que as interações que ocorrem entre gasolina e etanol.

No segundo experimento, foi realizado um teste de solubilidade do iodo em água, etanol, e querosene, onde a diferença de coloração foi o primeiro aspecto que chamou a atenção dos estudantes. Posteriormente os alunos perceberam as diferenças de solubilidade do iodo em cada solvente, no qual na água foi pouco solúvel, no querosene dissolveu-se totalmente, e no etanol teve uma dissolução parcial.

Apenas as equipes 1 e 3 tentaram apresentar explicações, no entanto, essas discussões não foram suficientes para explicar a solubilidade do iodo, que é apolar, em solventes polares como a água e o etanol. Mais uma vez, as forças de interação intermoleculares são a chave para compreendermos, uma vez que a regra “semelhante dissolve semelhante” já não é mais suficiente.

Quadro 9 - Explicações dos estudantes sobre o experimento II.

Equipe 1	O iodo é pouco solúvel em água, mas forma uma solução aquosa de coloração marrom. Ele dissolve-se melhor em solventes orgânicos, que se forem polares assim como a água, formarão soluções também marrons; mas se forem solventes apolares, a solução formada será violeta.
Equipe 3	Iodo dissolve bem em etanol o etanol possui uma cadeia com dois carbonos e uma hidroxila em um dos carbonos.

Fonte: A autora (2020).

O terceiro experimento foi um dos mais belos, trata-se também de um processo de dissolução, portanto, bastaria pensarmos esse experimento a partir das interações intermoleculares para compreendermos a rápida e mais bela dissolução do permanganato de potássio em água. Trata-se de uma interação do tipo íon-dipolo, desse modo, a intensidade dessas interações é maior, uma vez que a carga eletrostática é maior. As equipes 1 e 2 buscaram explicar esse fenômeno, mas não concluíram seus pensamentos.

Quadro 10 - Explicações dos estudantes sobre o experimento III.

Equipe 1	A mudança de cor ocorre devido à transformação que os elementos químicos sofrem depois de misturados.
Equipe 2	O Permanganato de potássio é um composto químico de função química sal, inorgânico, formado pelos íons potássio (K^+) e permanganato (MnO_4^-). É um forte agente oxidante. Tanto como sólido como em solução aquosa apresenta uma coloração violeta bastante intensa

Fonte: A autora (2020).

De um modo geral, os estudantes utilizaram em suas apresentações diversos conceitos químicos, entre eles: polaridade, densidade e solubilidade. As forças intermoleculares foram mencionadas pela equipe 3 ao buscar explicar o primeiro experimento realizado, no entanto, em suas explicações orais e nos textos não houve menção aos tipos de interações moleculares.

"Embora os solutos apolares se dissolvam melhor em solventes apolares e vice versa, existem exceções, como ocorre com a gasolina, que é apolar e se dissolve muito bem no etanol, que é polar Assim, o mais correto é considerar a solubilidade em termos de intensidade das forças intermoleculares" Recorte do slide da equipe 3

A experimentação por si só tem o poder de atrair olhares, no entanto, como professores, devemos explorar as demais potencialidades desse recurso didático. Fazer uso do laboratório pode estimular a curiosidade dos alunos, mas para que isso ocorra, é necessário que estes sejam desafiados cognitivamente. Seguir um roteiro experimental para apreciar um fenômeno e posteriormente receber respostas prontas, pode até ser cômodo para os estudantes e até mesmo para os professores. Mas nosso papel, enquanto professores, não é o de fornecer respostas imediatas, mas sim de estimular os estudantes a pensar, questionar, criar suas próprias hipóteses, ideias, até que finalmente possam chegar as respostas que precisam. (GUIMARÃES, 2009)

Foi pedido para que os estudantes buscassem fazer uma relação entre os experimentos e o poema. No entanto, apenas a equipe 4 buscou fazer essa relação, que tornou-se uma tarefa difícil, visto que não conseguiram explicar os experimentos, e os integrantes do grupo tiveram interpretações bem distintas à respeito.

Equipe 1: "Bom, ambos os integrantes de nossa equipe tiveram pensamentos diferentes quanto ao poema, mas o senso final foi, a química no dia-a-dia, ou as misturas... Algo bem complexo!"

As equipes 1 e 2 afirmaram não ter tentado estabelecer a relação, e a equipe 3 afirmou não ter conseguido. Diante das expressões e falas da maioria no momento em que foram questionados, ouso, humildemente falar que um dos maiores obstáculos para estabelecer a relação entre o poema e os experimentos foi o pouco interesse pela atividade.

No último encontro da proposta pedagógica houve uma aula abordando as interações intermoleculares e os conceitos envolvidos neste tema, a discussão do poema foi novamente retomada e à medida que ia se abordando o conteúdo fazia-se a relação com o poema, durante a aula foram discutidos também os experimentos e os erros que surgiram nos textos dos slides e nas falas dos alunos durante a apresentação.

A regra "semelhante dissolve semelhante", mesmo não estando presente nos textos dos slides, foi citada e utilizada em todas as apresentações a partir das falas dos estudantes, ela foi um dos maiores alvos da discussão, foi preciso inicialmente mostrar a invalidade dessa regra para que eles pudessem perceber que aquela não era a forma mais correta de correta de explicar os experimentos, mas sim através da compreensão das forças intermoleculares, assim como demonstra Francisco Jr.(2018) em sua obra "Ciência em Verso e Prosa: Acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar)".

No que se refere às influências da experimentação na interpretação do texto poético, embora os estudantes tenham feito suas pesquisas e discussões a respeito dos experimentos, não houve uma preocupação em pensar a sua relação direta com o poema, além disso, a curiosidade, as dúvidas e o estranhamento citados pelos estudantes a partir da leitura do poema, não foram suficientes para fomentar novas explicações e intepretações a despeito.

Acredito que um dos maiores desafios do professor é o de estimular a curiosidade e o interesse dos estudantes pelo conteúdo que deseja abordar, e talvez o desinteresse, em parte, seja fruto da “pouca curiosidade”. Trabalhar as relações entre arte e ciência, poesia e química é desafiador, tanto para os alunos quanto para os professores, não somente por possuírem linguagens opostas, mas também por não estarmos “acostumados” a vivenciar e a pensar essas relações.

No começo percebemos certo estranhamento, olhares e expressões que diziam: “Química e poesia?”, em seguida veio o humor, as dúvidas, as interpretações, as sensações, as ideias, os sentimentos, a imaginação, a curiosidade, enfim, concepções diversas, frutos da leitura e interpretação do poema. Após as discussões, vieram os experimentos atraindo os olhares de todos da turma, nas apresentações dos estudantes um enfoque maior foi dado aos experimentos, enquanto com a poesia houve pouca preocupação em ser novamente interpretada. Na discussão final, após enfim abordar conceitos, e discutir sobre o poema, aqueles sentimentos despertados inicialmente foram novamente reavivados, foi observado um interesse maior pelo poema, pelo autor e também pela obra de onde foi retirado o poema, os maiores envolvimentos e interação dos estudantes ocorreram no primeiro e último momento da pesquisa, onde foi dado um maior enfoque ao poema.

São muitos os desafios, mas esses não devem ser motivos de desânimo, nenhum recurso didático apresenta resultados 100% positivos e/ou imediatos nos processos de ensino e aprendizagem. As primeiras reações dos estudantes refletem o pouquíssimo contato com atividades envolvendo química e arte, mas as concepções iniciais revelam as potencialidades provenientes desse diálogo estabelecido entre ciência e arte. Diálogo esse que necessita ser trabalhado com mais frequência e de forma mais específica no ensino de química, uma vez que pode estimular a curiosidade, a imaginação, a criatividade, a interpretação e até mesmo a leitura e interpretação.

Para Cachapuz (2007), é difícil avaliar o impacto das iniciativas que envolvem o diálogo entre ciência e arte sobre os jovens e menos jovens. Contudo, iniciativas em que o discurso da arte e da ciência se cruzam e entrelaçam, em que a imaginação e a fantasia se abundam, estão sendo acolhidas com bastante entusiasmo, e para Cachapuz (2007) esse já é um bom ponto de partida.

6 CONCLUSÃO

Compartilhando dos mesmos pensamentos dos diversos autores que acreditam e defendem o diálogo entre ciência e arte como necessários e benéficos para o ensino de química, e conhecendo as diversas potencialidades da experimentação, o presente trabalho apresentou uma proposta pedagógica que articulou poesia e experimentação no ensino de química com o intuito de analisar as primeiras concepções e fecundações provenientes da vivência estética aliada à experimentação, visando contribuir para um ensino mais sensível e integrador. A pesquisa foi realizada numa escola estadual pública de Alagoas, e contou com a participação de 16 estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

Inicialmente buscou-se analisar as concepções iniciais dos estudantes a partir da leitura do poema “Alucinações, aliterações e interações intermoleculares” do escritor Wilmo Ernesto Francisco Junior. A partir da análise pode-se observar que o poema provocou diferentes reações, entre elas emoções de estranhamento e de humor, curiosidades e novos pensamentos sobre a química. Além disso, esse primeiro momento permitiu trabalhar a leitura e intepretação dos estudantes.

Com o intuito de investigar as influências da experimentação na interpretação do texto, bem como na apropriação de conceitos químicos, foram feitos alguns experimentos que possuíam uma relação direta com o poema, posteriormente os estudantes ficaram com a tarefa de elaborarem uma apresentação fazendo uso de slides, para explicar esses experimentos e ainda buscar fazer uma relação com o poema.

Nos slides buscou-se analisar os diferentes modos de representações multimodais utilizados pelos estudantes, bem como o modo que essas representações foram exploradas por eles, e as relações estabelecidas. Com a análise dos slides foi possível identificar a presença de diferentes modos de representação na tentativa de explicar os experimentos, incluindo linguagem verbal textual e linguagem visual. No que se refere à linguagem visual, foram identificadas 10 imagens, entre elas: fotografias (5), esquemas (3) e representações de fórmulas estruturais (2) que serviram para ilustrar os experimentos e/ou complementar o texto dos *slides,* grande parte dessas imagens foram exploradas com o intuito de trazer uma representação à nível de fenômeno empírico, eram fotografias e esquemas relacionados aos experimentos. As representações que exploravam a dimensão atômico molecular

foram pouco exploradas pelos estudantes. Já a linguagem verbal textual foi empregada como modo explicativo, sendo identificados conceitos como polaridade, densidade, solubilidade.

Todos os grupos empregaram a regra “semelhante dissolve semelhante” na tentativa de explicação, apenas uma das equipes mencionou por alto as interações intermoleculares como sendo importantes para compreender os processos de dissolução, no entanto os tipos de interações não foram citados nos textos dos slides e nas falas dos estudantes. Nenhum dos grupos fez a relação entre o poema e os experimentos realizados, assim como também não buscaram fazer uma nova leitura e interpretação do poema.

Tais resultados demonstram uma preocupação maior com o conhecimento escolar em si e pouca influência do poema na discussão dos experimentos e vice-versa. A despeito da relação direta dos experimentos com o texto e as reações de estranhamento e curiosidade provocadas pela leitura, tais características não foram suficientes para fomentar um pensamento além das formas canônicas do conteúdo químico. O fato de Ciência e arte serem linguagens específicas e pouco associadas no contexto escolar sugere que a vivência estética precisa ser uma atividade mais específica, de modo que as interferências sensoriais passem a estimular um tipo de reação diferente do que habitualmente ocorre (VIGOTSKI, 2010).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Edson Araujo de. **Poemas como recurso didático para o ensino de química**. 2018. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.Disponível em:http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16010/1/poemasrecursodidatcoensino.pdf#page=37&zoom=100,109,692. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRONOWSKI, J. **O olho visionário**: ensaios sobre arte, literatura e ciência. Brasília, DF: UNB, 1998

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência: que papel na educação em ciência? **Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgación de lás Ciencias**, v.2, n.4, p. 287-294, 2007.

CACHAPUZ, Antônio F. Arte e ciência no ensino das ciências**. Interacções,** n. 31, p. 95-106, 2014 Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6372. Acesso em: 12 jun. 2020

CARVALHO, Taina de Araujo; REIS, José Claudio. Diálogos entre ciência e arte: uma leitura a partir da obra de remedios varo para um ensino sobre as ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 173-196, 6 abr. 2020.

FERREIRA, Francisco R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.36, n.1, p. 261-280, jan./abr. 2010

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola,** v. 32, n. 2, maio 2010.

FERREIRA, L. H.; FRANÇA, R.C.; VIEIRA, B.V. Estética do cotidiano: experiência e produção de saberes na formação docente. **Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 23, n. 1, p. 83-98, jan./jun. 2016

FERREIRA, P. C. C. **Contributos do diálogo entre a ciência e a arte para a educação em ciência no 1º CEB**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

FIOLHAIS, Carlos. **Imaginação, ciência e arte.** Coimbra, PO: Universidade de Coimbra, 2008. Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal. Disponível em: https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/12372. Acesso em: 20 ago. 2020.

FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto. **Ciência em verso e prosa:** acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar).São Carlos: Pedro & João Editores, 2018. 353p.

FRANCISCO JUNIOR; W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola,** n. 30, nov. 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Estratégias de leitura e educação química: que relações. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 200-226, nov. 2010.

GALVÃO, C. Ciência na literatura e literatura na ciência. **Interacções**, n. 3, p. 32-51, 2006.

GIBIN, G.B. As dificuldades de compreensão sobre o conceito de solução representado em nível submicroscópico por estudantes latino-americanos. **Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM),** v. 1, out., 2015.

GIBIN, G.B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 19-26, fev. 2013.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola,** n. 10, nov. 1999.

GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P. Monteiro Lobato em aulas de ciências aproximando ciência e literatura na educação científica. **Ciência e Educação**, Bauru, n. 1, v. 21, p. 219-238, 2015.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola,** v.31, n. 3, ago., 2009.

JOHNSTONE, A. H Chemical education research: where from here?. **University Chemistry Education**, v. 4, n. 1, p. 34-38, 2000.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching. **University Chemistry Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. Concepções de graduandos em química sobre as interações intermoleculares envolvidas no fenômeno da solubilidade**.** *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis, SC: UFSC, 2016. p. [1-12]. Disponível em: https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm. Acesso em: 27 ago. 2020.

LIMA, G. S.; RAMOS, G. E. F.; PIASSI, L. P. C. Ciência, poesia, filosofia: diálogos críticos da teoria à sala de aula**. Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.36, p. 1-20, 2020.

LOPES, T. Luz, arte, ciência... ação! **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 401-418, 2005. Supl.

MOREIRA, I. C. Poesia na sala de aula de ciências: a literatura poética e possíveis usos didáticos. **Física na Escola,** v. 3, n. 1, 2002.

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de Ciências da natureza. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p.182-207.

NEVES, L. X.; BORBA, M. C. Análise do discurso multimodal de um vídeo com conteúdo matemático. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v.3, n.9, p.220-235, set., 2019.

OLIVEIRA, D. F. de; LA ROCQUE, L. R. de; MEIRELLES, R. M. S. de. Ciência e arte: um "entre-lugar" no programa de pós-graduação no ensino de biociências e saúde**. Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 9, p. 541-567, 2012.

PALCHA, L. S.; OLIVEIRA, O. B. A evolução do ovo: quando leitura e literatura se encontram no ensino de ciências**. Revista Ensaio**, Belo Horizonte, n. 16, v. 01, p. 101-114, 2014.

PIETROCOLA, Maurício. Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento as ciências, nas artes e no ensino. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2004. p. 1-15.

PORTO, P.A. Augusto dos Anjos: ciência e poesia. **Química Nova na Escola,** n. 11, maio 2000.

QUADROS, A. L.; GIORDAN, M. Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.24, n. 3, p. 74-100, 2019.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, p. 71-87, out., 2006. Supl.

RETONDO, C. G.; NUNES, S. M. T. Relato de uma oficina sobre o uso de poesia e música no ensino de química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba, PR: UFPR, 2008. Não paginado. Disponível em: http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/listaresumos.htm. Acesso em: 19 ago. 2020.

ROCHA, J.S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagens no ensino de química: algumas reflexões. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis, SC. **Anais** [...]. Florianopólis, SC: UFSC, 2016. p. [1-10]. Disponível em: https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/busca.htm?query=Dificuldades+de+aprendizagens+no+ensino+de+qu%EDmica%3A+algumas+reflex%F5es.++. Acesso em: 19 ago. 2020.

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n.4, maio 2001.

SANTOS, M. E. V. M. **Que escola**?.Lisboa: Alfarroba, 2014.

SILVA, C.S. Poesia de António Gedeão e a formação de professores de química. **Química Nova na Escola,** v. 33, n. 32, maio 2011.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. Desenvolvendo os aspectos conceituais, contextuais, fenomenológicos e epistemológicos do conteúdo químico em sala de aula. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília, DF. **Anais** [...]. Brasília, DF: UnB, 2010. p. [1-12]. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/8072/5821. Acesso em: 25 ago. 2020.

SILVEIRA, M. P.; ZANETIC, J. Monteiro Lobato e Paulo Freire: problematizando O Poço do Visconde. **Química Nova na Escola,** v. 39, n. 1, p. 89-103, fev. 2017.

VIGOTSKI, Lev S. **Psicologia pedagógica**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

WU, H. K.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, p. 55-70, out. 2006. Supl.