



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CAMPUS DO AGRESTE**  
**NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE**  
**QUÍMICA-LICENCIATURA**



**ROBERTA POLIANA DA SILVA**

**DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM NO CONTEÚDO DE ESTEQUIOMETRIA:  
UMA ANÁLISE SEMIÓTICA**

**CARUARU**

**2022**

ROBERTA POLIANA DA SILVA

**DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM NO CONTEÚDO DE ESTEQUIOMETRIA:  
UMA ANÁLISE SEMIÓTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

**Área de concentração:** Ensino (Química)

**Orientador(a):** João Roberto Ratis Tenorio da Silva

CARUARU

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Roberta Poliana da.

Dificuldade de Aprendizagem no Conteúdo de Estequiometria: Uma  
Análise Semiótica / Roberta Poliana da Silva. - Caruaru, 2022.  
47p : il.

Orientador(a): João Ratis Tenorio da Silva  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, , 2022.  
Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Ensino e Aprendizagem. 2. Estequiometria. 3. Semiótica. 4. Ensino de  
Química. I. Silva, João Ratis Tenorio da. (Orientação). II. Título.

540 CDD (22.ed.)

ROBERTA POLIANA DA SILVA

**DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM NO CONTEÚDO DE ESTEQUIOMETRIA:  
UMA ANÁLISE SEMIÓTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Aprovado em: 16 /05/ 2022

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr João Roberto Ratis Tenorio da Silva (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva (Examinador interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Roberto Araújo Sá (Examinador interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a toda a minha Família, a minha mãe Crizelda Lima, pois sem ela eu não teria chegado até aqui. Aos meus dois sobrinhos Miguel Lucena e Elisa Lucena, eles são meus maiores motivos de a cada dia ser melhor. Ao meu tio e padrinho Aguinaldo Lima, que investiu na minha educação desde o Ensino Infantil e ao meu namorado Paulo Ricardo, por todo companheirismo, dedicação e amor.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, SNT<sup>a</sup> TEREZINHA e Nossa Sr. De FÁTIMA que é a minha sustentação e me permitiu forças para concretizar esse sonho, que não foi fácil. Por todas as bênçãos concedidas durante a graduação e por me fazer entender que cada um tem um tempo determinado aqui na terra.

Ao meu estimado, Professor e Orientador Dr. João Roberto Ratis, que acreditou em mim, me permitiu crescer, pelos aprendizados e disponibilidade em dividir comigo seu tempo e conhecimento.

Aos meus membros examinadores, Prof. Dr Roberto Araújo Sá e Profa. A Dra. Ana Paula Freitas da Silva, é um privilégio tê-los na minha defesa.

A todos os Colegas e Professores que de alguma forma, compartilharam saberes, alegrias e angústias ao longo dessa trajetória.

A todos os Sujeitos de Pesquisa, especialmente a Escola de Referencia em Ensino Médio Manoel Gonçalves de Lima, em nome do Gestor Valcilio Bento, por permitir que minha pesquisa fosse realizada.

A minha preciosa mãe Crizelda Lima, que nunca desistiu de mim, sempre estar ao meu lado me permitindo sonhar e sonhando comigo essa conquista. Foi por você mãe que eu cheguei até aqui.

As oportunidades e desafios que surgiram durante todo percurso me permitiram crescer. Em nome da CAPES agradeço pelas oportunidade que tive com o programa do PIBID e RESIDÊNCIA, que foi de grande importância para o meu desenvolvimento.

Agradeço a toda a minha família, ao meu irmão Paulo Roberto, por sempre ter acreditado em mim, aos meus tios e tias especialmente a minha tia e madrinha Dra. Jucileide Cazé que é meu exemplo como professora e que sempre me dá forças para alcançar os meus objetivos.

## RESUMO

O presente trabalho investigou o estudo de cálculo estequiométrico, no ensino de Química que foi desenvolvido numa turma da 3ª série do ensino médio, de um colégio da rede Estadual de ensino, situado na cidade de Cumaru-Pe. O referido teve como intuito abordar o estudo de cálculo estequiométrico utilizando os conceitos semióticos proposto por Charles Sanders Peirce (1839-1914), utilizando uma abordagem demonstrativa investigativa, vídeos de experimentos com velas foram aplicados com o objetivo de promover significações e ressignificações sobre o conceito científico permeando os níveis de conhecimentos químicos (macroscópico, representacional e submicroscópico). As análises das escritas produzidas pelos estudantes ao participarem da sequência didática foram realizadas pautadas na semiótica peirceana. Com os resultados obtidos, pôde-se constatar que situações de significações e ressignificações foram alcançadas ao final das atividades, conceitos e teorias no decorrer do processo. Assim, neste trabalho, defendemos a tese de que, utilizando uma abordagem demonstrativa investigativa, do tipo pesquisa-ação a aplicação de experimentos gravados para alunos de ensino médio, fundamentada no arcabouço teórico proposto por Peirce (1983), pode gerar dúvidas genuínas e proporcionar debates e discussões que favoreçam processos de significações e ressignificações sobre os conceitos científicos no ensino de química.

**Palavras-chave:** Dificuldade de Aprendizagem; Estequiometria; Semiótica; Ensino de Química;

## **ABSTRACT**

The present work investigated the study of stoichiometric calculation, in the teaching of Chemistry that was developed in a class of the 3rd grade of high school, of a school of the State education network, located in the city of Cumaru-Pe. The aforementioned aimed to approach the study of stoichiometric calculation using the semiotic concepts proposed by Charles Sanders Peirce (1839-1914), using an investigative demonstrative approach, videos of experiments with candles were applied in order to promote meanings and resignifications about the concept science permeating the levels of chemical knowledge (macroscopic, representational and submicroscopic). The analyzes of the writings produced by the students when they participated in the didactic sequence were carried out based on Peircean semiotics. With the results obtained, it was possible to verify that situations of meanings and resignifications were reached at the end of the activities, concepts and theories during the process. Thus, in this work, we defend the thesis that, using an investigative demonstrative approach, of the action-research type, the application of recorded experiments to high school students, based on the theoretical framework proposed by Peirce (1983), can generate genuine doubts and provide debates and discussions that favor processes of meanings and resignifications about scientific concepts in the teaching of chemistry.

**Keywords:** Learning Disability; stoichiometry; Semiotics; Chemistry teaching;

## **LISTA DE SIGLAS**

FPS – As funções psicológicas superiores

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	14
<b>2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO</b> .....	14
<b>3 REFERÊNCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>3.1 ENSINO DE QUÍMICA COM BASE EM VYGOTSKY</b> .....	15
<b>3.2 A SEMIÓTICA DE JHONSTONE E O ENSINO DE QUÍMICA</b> .....	17
<b>3.3 A ESTEQUIOMETRIA</b> .....	20
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	23
<b>4.1 SUJEITO E CAMPO DE PESQUISA</b> .....	23
<b>4.2 COLETA DE DADOS</b> .....	24
<b>4.3 ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	26
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
<b>5.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL</b> .....	28
<b>5.2 ANÁLISE DO EXPERIMENTO</b> .....	30
<b>5.3 ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DOS ALUNOS NAS QUESTÕES DE ESTEQUIOMETRIA</b> .....	33
<b>5.4 ATIVIDADE DE MODELAGEM MOLECULAR E ATÔMICO</b> .....	34
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
<b>APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO SOBRE O PERFIL DOS ALUNOS E</b>	

<b>AVALIAÇÃO DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA E .....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE B- QUESTÕES CONTEÚDO DE ESTEQUIOMETRIA .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO A – LINK ARTIGO.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO B – LINK VIDEOS.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de química ainda segue de maneira inquieta, levando em consideração que além das dificuldades que são apresentadas pelos alunos em aprender a disciplina de Química, muitos não entendem o motivo pelo qual precisam estudar e aprender esta disciplina. Outros se amedrontam só de ouvir falar em Química, gerando grande desinteresse por parte de cada aluno, pois de modo habitual e frequente o ensino ainda segue de maneira tradicional descontextualizada e não interdisciplinar (ROCHA, 2016).

O conhecimento deve ser trabalhado, em sala de aula, de maneira em que o aluno possa entender a sua importância. Mas, na maioria das vezes, nas salas de aulas de Química tem-se dado maior ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de símbolos, nomes, equações, ligações, mecanismos de reações e fórmulas, deixando de lado a construção do conhecimento dos alunos.

A palavra conhecimento vem do latim *cognoscere* que significa “ato de conhecer”. Corriqueiramente, costuma-se definir conhecimento como um processo através do qual o sujeito cognoscente se apropria intelectualmente do objeto cognoscível. Este processo alude ao ato de conhecer que, por sua vez, gera o produto do conhecimento que está vinculado à tradição, cultura, educação etc. (ARANHA; MARTINS 2009, p. 109)

O conhecimento é o ato de compreender, a capacidade de abstrair as leis de compreensão e de compreender algo que é atributo de quem sabe, ou seja, é o que resulta do ato de conhecer, compreender, etc. Mas, para a Química, o conhecimento por si só, não é suficiente.

Pierce (1986) chama atenção que o conhecimento não é intuitivo e imediato e que é apenas através de signos ou símbolos ou esquemas de pensamento (crenças e hábitos) que todo o conhecimento do mundo se dá. Um signo pode ser entendido como algo que representa outra coisa, seu objeto. E por sua vez carrega o poder de representar. De acordo com Pierce, é o signo que desencadeia a representação uma vez que ele é percebido como sendo algo que representa alguma coisa para alguém e cria, no espírito dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido. (WARTA e REZENDE, 2011).

A partir da apresentação dessas definições, acreditamos estar indicando sentidos de observação e de compreender os complexos processos linguísticos e de mediação envolvidos

no ensino de Química, que pode ser estendida a outras ciências.

Para Johnstone (1982, 1991), o conhecimento químico pode ser dividido em três categorias básicas: macroscópico, submicroscópico e representativo. O estudo de Johnstone (1982) foi um dos primeiros a tratar de formas representativas do conhecimento químico e ainda hoje é utilizado em pesquisas, principalmente na área de ensino de química. Em suma, o macro entende o que se imagina, o submicroscópico entende a base científica de sua interpretação e o representativo são as fontes linguísticas utilizadas para representá-lo. E respeitando as características peculiares da linguagem científica utilizada em química, acreditamos que compreender as inter-relações das categorias propostas por Johnstone (1982, 1991) pode facilitar a aprendizagem dos conceitos desta ciência.

Propõe-se, portanto, incluir a semiótica com os estudos linguísticos no processo de ensino de química, de modo que esses diferentes sistemas conceituais interajam e se integrem de uma forma que permita a síntese de papéis representativos, pois os componentes representativos são fundamentais na construção da Química. Consequentemente, pode-se prever que no conteúdo do ensino de Química também haja essa relação, ou seja, a construção do conhecimento químico também se dá por meio de aspectos relacionados à construção e à compreensão dessas representações. Por exemplo, representações de átomos, moléculas, transformações químicas e mecanismos de reação que são usados no ensino de química. Portanto, para ensinar química, é necessário desenvolver todo um sistema de representação formal, ou seja, uma linguagem plena, muito semelhante ao processo de construção de uma linguagem natural para a comunicação entre professores e alunos.

Nesse momento, meu interesse por representações na educação química, conceitos e trajetórias de construção científica para representações previamente projetadas tem como objetivo contribuir no conhecimento teórico acerca do processo de ensino com base na mediação de signos em um dos conteúdos de Química que gera maior dificuldade na aprendizagem, a Estequiometria, e do quanto o seu estudo envolve os cálculos matemáticos.

Na Estequiometria utiliza-se os cálculos para medir quantidade de determinadas substâncias químicas e proporções dos elementos envolvidos numa reação química, entre reagentes e os produtos. Neste sentido, considera-se de grande importância o estudo neste trabalho de pesquisa com o intuito de se obter resultados para que ajudem e que possam ajudar a minimizar, as dificuldades inseridas no ensino de Química.

Como veremos, as linguagens químicas, utilizadas em sala de aula, são ricas em

processos representativos, principalmente pela necessidade de auxiliar nos processos de visualização entre o macroscópico e o submicroscópico, no caso do primeiro contato com a química anos iniciais (9ºano II) e finais (3º ano), tanto mais que as representações atômicas permitem a transmissão e a manipulação do conhecimento sobre o mundo molecular particular.

Em especial, ao me reaproximar das salas de aulas, devido ao considerável envolvimento das diferentes representações e à transferência de conhecimentos nesta área da Química, redimensionei a minha compreensão das mais diversas representações que “continuei a contactar” durante a minha graduação. Percebi que as discussões sobre a ciência e a estrutura da linguagem química poderiam ajudar a encontrar respostas para as diversas perguntas que me vieram à tona.

Ao tratar de conhecimentos relacionados à representação química, deparei-me com diversos estudos que relatam o fato relacionado à dificuldade de ensino, bem como o ensino e os conhecimentos em química pela dificuldade em decifrar pelas representações. A fusão de interesses de pesquisa e problemas no ensino de química das séries acima me leva a questionar como as representações - como conjuntos de signos - podem auxiliar na construção do conhecimento da química e como se encaixam em tais processos.

Desta forma, este trabalho de pesquisa busca respostas que auxiliem na compreensão dos seguintes questionamentos: Quais as dificuldades de aprendizagem dos alunos de uma escola pública nos conteúdos de estequiometria? Como foram tratadas as aulas relacionadas a este conteúdo? Os alunos ficaram motivados para aprender o conteúdo?

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar os fatores que dificultam o processo de aprendizagem no ensino de estequiometria com os alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma Escola de Referência cidade de Cumaru-PE.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Diagnosticar dificuldades de aprendizagem em alunos do 3º ano de uma escola pública da cidade de Cumaru-PE;
- Analisar o grau de dificuldade em aprender os conteúdos da estequiometria;
- Observar como diferentes tipos de signos auxiliam no processo de aprendizagem, amenizando possíveis dificuldades.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ENSINO DE QUÍMICA COM BASE EM VYGOTSKY

De uma forma simplificada, o que se sabe é que a Química segundo Chrispino (1994: 7) “é uma ciência que estuda a transformação da matéria, a energia consumida ou produzida nessa transformação, bem como a estrutura da matéria.”

Pode-se analisar que “é uma área da Ciência que estuda a natureza e propriedades dos corpos, as leis das suas combinações e decomposições” (FIGUEIREDO, 1913).

Com o socio–construtivismo defendido por Vygotsky, na sala de aula o professor deve procurar agir como um mediador durante o processo de ensino e aprendizagem, por meio da utilização de signos e instrumentos, características fundamentais para a apropriação conceitual do indivíduo, isto é, para que ocorra a adequada internalização do conhecimento ou conteúdo abordado. (CORRÊA, 2017).

Ao tratar a química apenas de um ponto de vista formal, o ensino tradicional falha em ensinar os verdadeiros fenômenos. Em meio a esse processo de aprendizagem e descoberta que liga as aulas de química ao desenvolvimento do pensamento crítico, ele sabe que a motivação do aluno depende da motivação do professor, sendo o professor o protagonista neste processo, o protagonista responsável pelo ensino da arte. Esses profissionais precisam promover um clima favorável, estabelecer conexões seguras e tentar interpretar e compreender as diferentes situações de sua escola e de seus alunos. Sendo assim, Vigotski (2013) afirma que:

a ação do mediador provoca no educando o desenvolvimento de suas capacidades que por si só não seriam desenvolvidas. essa função é chamada de zona de desenvolvimento proximal ou potencial que são as ações realizadas através de atividades mediadoras (vigotski, 2003, p. 113).

Portanto, na busca por tentar mudar e aprimorar o Ensino de Química, acredita-se que professores devam se reunir cada vez mais, para discutir os problemas que enfrentam no ensino e suas possíveis soluções, já que em Química, você tem que levar em conta algo que é dinâmico e que pode ser aplicado ao dia a dia do aluno.

Em linha com as ideias apresentadas e a consideração de que o conhecimento pode ser construído através de atividades de ensino, na interação com os seus alunos e também com os conteúdos de Química, “É possível perceber que o ponto de vista de Vygotsky(

199,p. 177) “o bom aprendizado é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.” Desse modo, percebe-se a importância da interação entre os indivíduos, no contexto educacional, entre os alunos e os professores.

As funções psicológicas superiores (FPS) segundo diversos autores (OLIVEIRA, 1991; REGO, 1995; PRESTES, 2010) na perspectiva de Vygotsky, eles abrangem as habilidades específicas dos seres humanos, como pensamento lógico, memória, imaginação e planejamento. São operações que realizamos por meio de atos voluntários e deliberados que nos permitem viver de forma independente, mas que surgem com o tempo por meio de relações entre indivíduos. Assim, cabe destacar:

[...] o comportamento do homem é formado pelas peculiaridades e condições biológicas e sociais do seu crescimento. O fator biológico determina a base, o fundamento das reações inatas, e o organismo não tem condição de sair dos limites desse fundamento, sobre o qual se erige um sistema de reações adquiridas. Nesse caso aparece com plena evidência o fato de que este novo sistema de reações é inteiramente determinado pela estrutura do meio onde cresce e se desenvolve o organismo. Por isso toda a educação é de natureza social, queira ou não. (VYGOTSKY, 2004, p.63).

Observa-se, assim, que o ser humano nasce com estruturas biológicas já determinadas que constituem a base para a evolução do comportamento, mas a partir das quais sua trajetória educacional pode originar novas funções, dependendo do meio social em que está inserido e independente de sua própria vontade, o que o leva a caracterizar a educação como indissociável da experiência social. Segundo Prestes (2010):

Vigotski não negava a importância do biológico no desenvolvimento humano, mas afirmava que é ao longo do processo de assimilação dos sistemas de signos que as funções psíquicas biológicas transformam-se em novas funções, em funções psíquicas superiores. Para ele, todo o processo psíquico possui elementos herdados biologicamente e elementos que surgem na relação e sob a influência do meio. No entanto, as influências podem ser mais ou menos significativas para o desenvolvimento biológico dependendo da idade em que ocorrem. (PRESTES, 2010, p.36).

Indica a importância do caráter sociocultural, da influência do outro, para o desenvolvimento do FPS e a formação do sujeito, em contraposição aos processos elementares, que, como já mencionado, são de origem biológica. Além disso, a influência do desenvolvimento biológico pode ser mais ou menos significativa para o sujeito dependendo da idade.

Para Vigotsky a escola é uma das principais instâncias de formação que introduz o estudante na cultura científica, o papel do professor é mediar essa transição do conceito do cotidiano para o conceito científico, apoiado de uma linguagem adequada, utilizando signos instrumentos ou ferramentas pertinentes (VIGOTSKY, 2009; BRUNER, 1985; FINO, 2001).

As contribuições de Vygotsky conferem a fundamental importância do papel da escola na formação do indivíduo. A abordagem teoria de Vygotsky justifica uma dimensão nos conhecimentos sistemáticos que ganha bastante atuação e interesse no âmbito da pesquisa educacional do Ensino de Química.

### **3.2 A SEMIÓTICA DE JOHNSTONE E O ENSINO DE QUÍMICA**

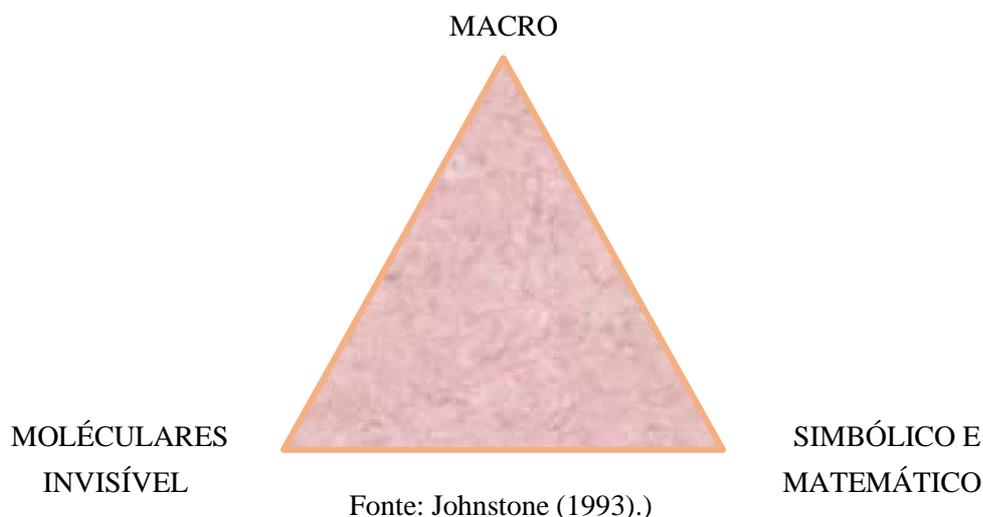
A Química é uma área do conhecimento que inclui teorias, métodos e técnicas que nos permitem compreender o mundo que nos rodeia. Compreender os vários conceitos da química significa, em grande parte, relacionar seus conceitos abstratos ao mundo visível.

Essa não é uma tarefa fácil para quem ensina, nem mesmo para quem está aprendendo. Para entender a química, você tem que se mover entre as três dimensões que a compõem e que não podem ser dissociadas: as dimensões representacional, microscópica e submicroscópica (GIORDAN, 2008).

Enquanto cada dimensão consegue estruturar uma parte do conhecimento químico, o que dá a impressão para quem começa neste universo, que cada parte pode ser aprendida separadamente, sendo uma estrutura de aprendizagem simultânea porque essas dimensões não existem isoladamente.

Esta visão de complementaridade é melhor explicada com o triângulo de Johnstone (Figura 1), com o qual o autor explica que para compreender a Química, o discente necessita desenvolver a capacidade de transitar entre os vértices do triângulo estabelecendo ligações, sem limitar-se a uma região (JOHNSTONE, 1993).

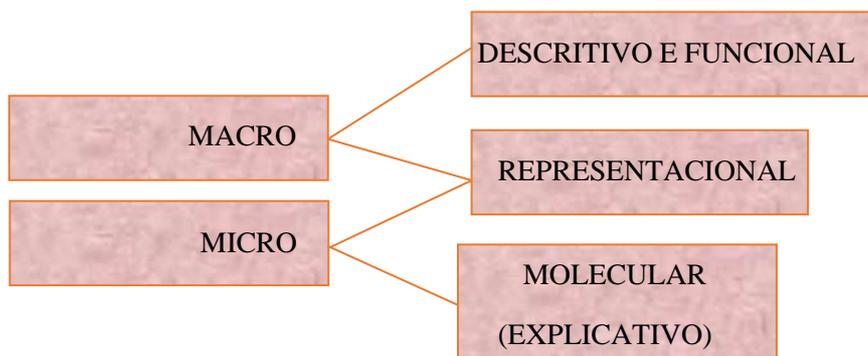
Figura 1- Modelo de Johnstone para os níveis de representação do conhecimento químico.



Se por um lado a aula de química aborda alguns conceitos através de experimentos e, por outro lado, alguns não são facilmente compreendidos por meio de atividades práticas, como a estrutura da matéria (átomos, ligações químicas, geometria molecular, etc...) as teorias sobre a estrutura da matéria e suas interações resultam em parte de manifestações percebidas pelos sentidos, mas no mundo invisível (submicroscópico) tais estruturas e interações acontecem. Esse é um dos motivos pelos quais os alunos têm dificuldade em entender o papel de cada dimensão e a relação entre elas.

Johnstone (1982) em seu artigo “Macro and micro-chemistry” propõe um modelo que tenta explicar os níveis de representação do conhecimento químico ao afirmar que esta ciência se encontra em pelo menos três níveis que podem ser visualizados, que seriam: (1) descritivos e funcionais, (2) atômicos e moleculares, e (3) representativos. O primeiro está relacionado à parte observável da química, que pode ser descrita e medida em termos de propriedades, tais como: densidade, inflamabilidade, cor, odor, entre outras. O segundo está relacionado há como os fenômenos observados são explicados na macroscopia, usa vários conceitos como átomos, íons, moléculas, polímeros e ligações químicas, para fornecer uma imagem mental, um modelo de pensamento e para racionalizar o nível descritivo. E o último nível é a maneira como os químicos tentam representar substâncias e transformações por meio de símbolos e equações em linguagem científica (JOHNSTONE, 1982). Johnstone (1982) divide esses níveis de representação em dois grupos: macroquímica e microquímica (Figura 2).

Figura 2– Macro e Microquímica e seus níveis de representação



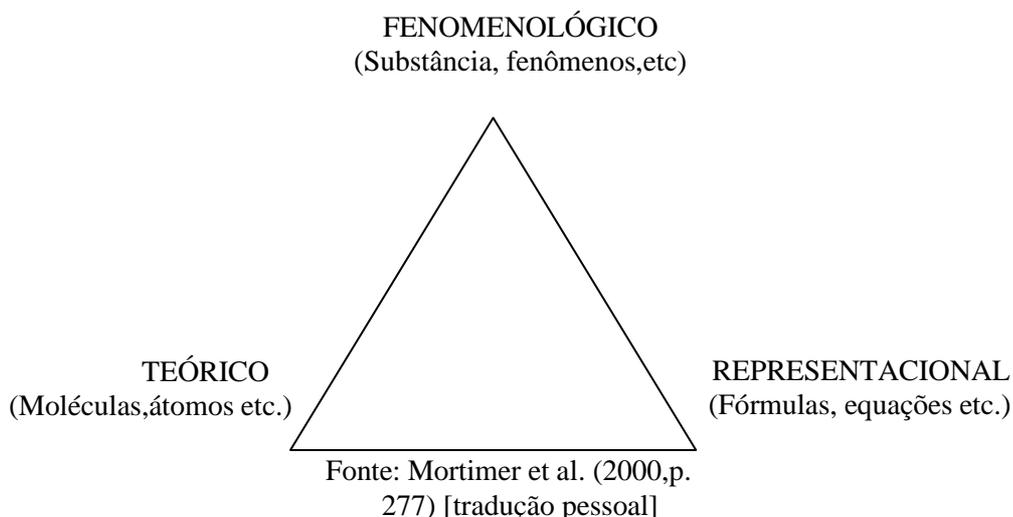
Fonte: Johnstone (1982, p.378)

Mortimer *et al.* (2000), também sustentam um currículo em que haja um diálogo entre o discurso científico e a vida cotidiana. Para os autores, o ensino da Química Tradicional trata pouco dos problemas do cotidiano, e trata dessa ciência apenas do ponto de vista formal. Para torná-lo mais interessante, é importante que o discurso científico faça sentido para o aluno, e isso é possível quando ele fala a partir de ideias informais, de contextos sociais e tecnológicos, que tornam esses conceitos mais significativos.

Sobre os conceitos ensinados em Química, Mortimer *et al.* (2000), com base em Johnstone (1982), também distinguem três aspectos desse conhecimento: (1) fenomenológico, (2) teórico e (3) representativo (Figura 3). A fenomenologia se refere a aspectos visíveis e concretos; A teórica inclui explicações de carácter atômico molecular, essencialmente abstratas e baseadas em modelos; o nível de representação inclui representações por meio de linguagem científica, usando equações, fórmulas, gráficos e símbolos.

Os aspectos: macroscópico (fenomenológicos) que corresponde aos fenômenos que são possíveis observar, medir, pesar, comparar por meio dos sentidos humanos; submicroscópicos (teóricos), que são as entidades racionais; átomo, moléculas, íons, que buscam explicar a partir de teorias, que são abstrações, os fenômenos macroscópicos; e o nível simbólico (representacional), que corresponde a linguagem sofisticada da química para representar as equações, fórmulas e reações (ROSA e SCHNETZLER, 1998; MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 2000; SANTOS e SILVA, 2013).

Figura 3- Aspectos do Conhecimento Químico



De acordo com Mortimer *et al.* (2000), um dos problemas do ensino de Química é a ênfase no aspecto representativo em detrimento dos outros, não enfatizando os fenômenos presentes no ambiente e fazendo os alunos acreditarem que os símbolos e fórmulas apresentados em sala de aula ali são modelos "reais", e não modelos de representação da matéria. É necessário trabalhar os três aspectos do conhecimento químico, relacionando teoria e experimento e, conseqüentemente, pensamento e realidade.

### 3.3 A ESTEQUIOMETRIA

Primeiramente é importante conhecermos a origem da palavra estequiometria. Estequiometria deriva das palavras grega: *stoikheion* = elemento / *estequiometria* = “medida de elementos” (VIDAL, 1970, *apud* MIGLIATO 2005, p.3)

O ensino e aprendizagem da Química tem como objetivo proporcionar aos alunos o conhecimento e a compreensão dos materiais, fenômenos, transformações que derivam tanto da natureza quanto da forma artificial. Entre as vantagens do estudo de estequiometria refere-se ao fato de praticamente todos os conteúdos da Química farão uso de equações químicas e de cálculos provenientes da estequiometria. Este conhecimento tem extrema aplicação no contexto tecnológico, por exemplo, quando falamos em indústria química não há como não pensar em cálculos estequiométricos e o entendimento desse conceito está diretamente relacionado à compreensão de vários fenômenos químicos que ocorrem ao nosso redor, sendo

Necessário para que os estudantes possam interpretar as transformações químicas em diferentes contextos. (SANTOS,2013,p.13)

Quando comecei a fazer, pela primeira vez, um curso de Química, fiquei surpreso ao ver quanta obscuridade cercava a abordagem desta ciência, muito embora o professor que eu escolhera passasse a ser o mais claro, o mais acessível aos principiantes, e ele tomasse infinitos cuidados para se fazer entender. (LAVOISIER, 1785 *apud* CHASSOT, 1993, 21)

Esse trecho, citado por Chassot, Lavoisier (1785) dá ao leitor uma dica de que, desde os primórdios da química, os seres humanos têm dificuldade em compreender e interpretar as transformações e os fenômenos que elas acarretam. Muitas dificuldades permanecem, e mesmo com tantos avanços, ainda há muito a descobrir e compreender.

Por meio de várias pesquisas, autores como, (Schmidt (1994), Schmidt (1997), Schmidt (1992); Beall e Prescott (1994); Gorin (1994); Boujaoude e Barakat (2003); Veronez e Piazza (2007); Tristão, Freitas-Silva e Justi (2008); Tóth e Sebestyén (2009); Gulacar et al. (2013); Costa e Souza (2013), destacam a estequiometria como um dos tópicos de maior dificuldade de compreensão dos alunos e, ao mesmo tempo, de capital importância, pois interfere diretamente na compreensão de muitos conceitos, nos processos produtivos e industriais, e encontra aplicação em diferentes situações do cotidiano.

A estequiometria é essencial para resolver problemas e compreender a evolução da química como ciência. Cotes e Cotuá (2014) vão além, mencionando que, embora os alunos sejam capazes de resolver problemas com cálculos estequiométricos, eles carecem de uma compreensão qualitativa dos conceitos envolvidos. O método analítico menos exigente usado pelos alunos é o raciocínio baseado em diretrizes e regras algorítmicas. À medida que a resolução de problemas se torna mais desafiadora, os alunos passam para o pensamento baseado em casos, ou seja, eles analisam os problemas por meio da similaridade e, em seguida, para o modelo de pensamento espacial para criar e manipular representações mentais. Essas dificuldades são atribuídas ao grau de abstração do conteúdo, condicionadas à compreensão dos fenômenos e transformações da matéria nos níveis macroscópicos, microscópicos ou submicroscópicos e representacional ou simbólico (HUDDLE; PILLAY, 1996; ARASASINGHAM *et al.*, 2004; COSTA; SOUZA, 2013), a deficiência nos conceitos básicos de matemática e na interpretação de enunciados (GABEL, 1984; GOMES; MACEDO, 2007; MARTINEZ; LONGHI, 2013). De acordo com Santos (2013):

Entre as vantagens do estudo de estequiometria refere-se ao fato de praticamente todos os conteúdos da Química farão uso de equações químicas e de cálculos provenientes da estequiometria. Este conhecimento tem extrema aplicação no contexto tecnológico, por exemplo, quando falamos em indústria química não há

como não pensar em cálculos estequiométricos e o entendimento desse conceito está diretamente relacionado à compreensão de vários fenômenos químicos que ocorrem ao nosso redor, sendo necessário para que os estudantes possam interpretar as transformações químicas em diferentes contextos. (SANTOS, 2013, p.13).

Assim, pode-se afirmar que os bons resultados de aprendizagem dos alunos de estequiometria tornam-se interessante para ajudar os alunos a compreender melhor a realidade que os cerca, bem como os conhecimentos de Química que por sua vez são ministrados.

Apesar das dificuldades de apresentação os conteúdos devem-se principalmente ao fato de estes conteúdos serem habitualmente associados apenas a aulas de exposição dialógica sem a presença de atividades experimentais. Para Tristan; Freitas Silva e Justi (2008, p.1): Geralmente é apontado que este tema é difícil de ensinar e aprender. Muitas são as razões comumente usadas para justificar essas dificuldades. Com isso em mente, é importante dar atenção especial ao ensino e aprendizagem desse componente da Química.

A partir das ideias apresentadas, podemos considerar o ensino desta disciplina químicaum desafio para os professores, uma vez que é interessante que estejam em busca de estratégias para implementar este conteúdo em sala de aula para facilitar a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, nas palavras de Santos (2013): “Ao acolher a importância do estudo da estequiometria e as dificuldades de aprendizagem expressas pelos alunos, destacamos a importância do papel do professor nesses pontos na promoção da aprendizagem da Química.” As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM destacam:

O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão. Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados. (BRASIL, 2006, p.106)

Nesse sentido, é possível considerar como importantes estratégias e recursos, ou seja, o planejamento que cada aula implica, a fim de facilitar a apropriação do conhecimento pelos alunos.

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa básica leva a novos conhecimentos; fornece, e acumula, capital científico; estabelece os fundamentos, a partir dos quais as aplicações práticas do conhecimento devem ser extraídas; novos produtos e novos processos não nascem sozinhos, eles são baseados em novos princípios e novas concepções que, por sua vez, são meticulosamente desenvolvidas por meio da pesquisa básica. (BUSH, 1945).

Assim a pesquisa básica desempenha um papel fundamental no pontapé inicial do desenvolvimento científico e tecnológico de um país. Bush (1945) entende que o investimento nesse tipo de pesquisa é essencial pois é por meio da pesquisa básica que ocorre o desenvolvimento do conhecimento geral e a compreensão da natureza e de suas leis.

A estratégia de pesquisa utilizada neste trabalho é de natureza qualitativa do tipo pesquisa-ação. A característica da pesquisa qualitativa é que ela ocorre no ambiente natural sendo, uma fonte direta para a coleta de dados descritivos por meio de um nível subjetivo e flexível apresentando a realidade de forma complexa e consistente. Tal abordagem se difere da abordagem quantitativa por não se preocupar com dados numéricos e seu tratamento estatístico, sua preocupação está centrada no processo de análise descritiva dos dados levantados pelo pesquisador de forma, predominantemente, indutiva (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

O estudo pode ser descrito como um estudo de caso pois busca diagnosticar a causa das dificuldades de aprendizagem de um determinado público-alvo no contexto da mensuração estequiométrica. Na visão de Oliveira (2011), o estudo de caso é definido como um método qualitativo que consiste, geralmente, em uma forma de aprofundar uma unidade individual. É utilizado para responder a questões nas quais o pesquisador não tem muito controle sobre o fenômeno que está sendo estudado.

As dificuldades de aprendizagem que os alunos enfrentam em química podem ser amenizadas com o desenvolvimento de materiais didáticos que funcionem como um aparato organizacional do passado e sirvam para estimular a curiosidade dos alunos.

### 4.1 SUJEITO E CAMPO DE PESQUISA

Os participantes da pesquisa são estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Cumaru, Pe. A escola foi escolhida por ser a única a oferecer ensino médio na cidade e pela a mesma ter sido a minha escola de formação de ensino.

## 4.2 COLETA DE DADOS

Para registro e avaliação das opiniões dos alunos participantes neste estudo será aplicado questionário com determinados aspectos relacionados com o ensino da Estequiometria. Análise com questões gerais sobre a aprendizagem da Química com estrutura para a análise dos elementos envolvendo o conhecimento do interesse prévio na matéria de cálculo estequiométricos e ao mesmo tempo das dificuldades que os alunos apresentam em relação à matéria.

Será aplicada uma sequência didática de experimentos com 4 vídeos destinados a proporcionar aos alunos o conhecimento dos conteúdos de combustão. As experiências incluem virar um recipiente de vidro (copo) de cabeça para baixo em uma vela acesa que é fixada no centro de outro recipiente (prato).

Essa primeira experiência busca abordar o assunto e gerar dúvidas a fim de facilitar processos posteriores de reinterpretação. A aplicação do primeiro experimento foi dividida em duas partes: Primeiramente perguntando aos alunos o que acontece quando o vidro é emborcado sobre a vela. No segundo momento após observar foi perguntado qual a causa do fenômeno (a vela) apagar?

Sobre os signos, utilizaremos a definição proposta por Santaella (2002): Em uma definição mais detalhada, o signo é qualquer coisa de qualquer espécie (uma palavra, um livro, uma biblioteca, um grito, uma pintura, um museu, uma pessoa, uma mancha de tinta, um vídeo, etc.) que representa uma outra coisa, chamada de objeto do signo, e que produz um efeito interpretativo em uma mente real ou potencial, efeito este que é chamado de interpretante do signo (SANTAELLA, 2002, p. 8).

Na sequência o segundo experimento mostrará a influência do espaço dentro do recipiente de vidro para manter a existência da chama na vela. Quanto maior o espaço maior o volume de ar e, portanto, mais tempo leva para reduzir a quantidade de oxigênio dentro do recipiente.

Este experimento também foi dividido em duas fases onde foi questionado sobre o que acontece e qual das duas velas se apagará primeiro? Depois de assistir ao experimento, o investigador começa a discutir a diferença causada pelas diferentes distâncias no copo.

Nessa direção, Peirce (1983) propõe que as experiências montam e organizam categorias de pensamento necessárias para entender algo, e essas categorias podem ser divididas em apenas três: primeiridade, secundidade e terceiridade. Para Peirce (1983) a primeiridade

pode ser entendida como a primeira impressão que se tem de algo, uma qualidade de sentimento. No caso de se ouvir as perguntas que estão sendo direcionadas para que eles repondam. Trata-se de uma consciência imediata, da primeira apreensão das coisas, partes constituintes da sensação e do pensamento, ou de qualquer coisa que esteja imediatamente presente em nossa consciência, nossa primeira forma de predicação das coisas.

A secundidade está relacionada com a existência, reação. É aquilo ao qual a qualidade da primeiridade se refere. A terceiridade é a forma como interpretamos o mundo, relacionando-se com a primeiridade e a secundidade. É caracterizada pelo entendimento, pela capacidade da compreensão, da inteligibilidade, generalidade, mediação, síntese. A forma como é construída a resposta diante do que ouvido e observado.

Após discussão e debate com os alunos para dar continuidade à atividade foi proposto um terceiro experimento incluindo uma modificação do experimento proposto por Birk e Lawson (1999) em que uma campânula de vidro é colocada sobre um rato e uma vela. Mas neste caso foram usados mosquitos em vez de ratos e depois de um tempo a vela se apaga os mosquitos ainda estarão vivos e com energia o que mostra que a atmosfera dentro do copo continua a conter uma quantidade significativa de oxigênio.

Durante as discussões experimentais, conceitos científicos começam a surgir e foi discutido com os alunos sobre o tema dos gases e sua relação com a combustão. Os alunos que responderam à pergunta relacionando os conceitos com experimento em sua maioria mostraram sinais de nível índice.

Para Peirce (1983) os conceitos de dúvida e crença são conceitos primordiais para a significação das coisas. Uma dúvida não é gerada aleatoriamente por uma simples pergunta, ela é circundada por uma experiência, pelo desejo de saber.

Peirce enfatiza o objetivo da investigação é recuperar o estado mental pacífico caracterizada pela crença. Esse processo é cíclico, sempre que existir a situação de dúvida, o indivíduo buscará novos significados para apaziguar a mente e assim entrar em estado de crença novamente. Peirce (1983) propõe que existem três formas de nascimento das dúvidas. Por experiências mentais, por conflitos de hábito ou quando nos deparamos com fatos inesperados que nossos signos não consigam explicar. Nesse contexto, Peirce (1983) indica que a crença é algo que sabemos, que acalma nossas dúvidas e que normalmente gera uma conduta de ação, um hábito.

Um artigo também foi apresentado (ANEXO I) “A QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DA PRINCESA ISABEL” de Carlos A. L. Filgueiras, para trabalhar o primeiro nível de

conhecimento macroscópico. De acordo com Johnstone (1991), os conteúdos de Química podem ser representados nesses três níveis. O nível macroscópico corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta, ou seja, é construído mediante a informação proveniente dos sentidos;

Neste ponto os alunos leram e discutiram o artigo. Assim, devem promover reflexões sobre a realidade, além de “estimulem a capacidade investigativa do aluno para que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento” (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 94).

Uma atividade atômico molecular também foi desenvolvida para trabalhar a Estequiometria utilizando modelos com jujubas de diferentes cores no qual o aluno demonstrou por meio desses modelos a reação de combustão apresentada na segunda questão do questionário 2 (APÊNDICE B).

O objetivo principal é que eles relacionem a conservação da massa o modelo construído e a notação química ao manusearem as bolas de jujubas tendo como referência a equação balanceada e assim conseguir ligar a níveis simbólicos ao nível microscópico representado por modelos moleculares e no nível macroscópico aproximado na contextualização da atividade por meio da reação de combustão.

De acordo com Johnstone (1991) o nível microscópico refere-se às representações abstratas, a exemplo de modelos que os estudantes têm sobre a química associados ao esquema de partículas; o outro nível chamado de simbólico expressa os conceitos químicos que os estudantes têm a partir de fórmulas, equações químicas, equações químicas, expressões matemáticas, gráficos, entre outros.

### **4.3 ANÁLISE DOS DADOS**

A pesquisa é baseada na teoria semiótica de Pierce permitindo aos alunos realizar diferentes significados e redefinições de conceitos relacionados aos fenômenos de combustão. Símbolos demonstrativos que permitem aos alunos e à teoria semiótica peirceana comprovar a sua eficácia na análise da escrita do aluno e das sugestões de diálogo no campo do ensino e da educação em química.

Partindo do pressuposto de utilização de vídeos no ensino, Morán (1995) aponta que uma abordagem adequada pode facilitar os processos de ensino e aprendizagem e, neste sentido, algumas características citadas em trabalhos podem tornar viável e eficiente a

aplicação dos vídeos de experimentos no ensino de química, e destacaram-se dentre elas como aspectos favoráveis a abordagem investigativa, o controle de tempo gasto, o espaço utilizado, a reprodutibilidade, a possibilidade de utilização dos fatores de edição gráfica, a linguagem visual, a segurança, a redução da possibilidade de falhas durante a ilustração de um fenômeno e a quantidade de resíduos gerados (LIRA; RECENA, 2010; LIRA, 2010, 2013).

Neste ângulo, vídeos de atividades experimentais com abordagens investigativas podem se tornar ferramentas úteis e versáteis para os docentes nas discussões e estudos de conceitos científicos no ensino de ciências. Silva, Machado e Tunes (2010) indicam que a utilização de atividades demonstrativas investigativas pode favorecer o estudo dos três níveis do conhecimento químico: observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional.

Com ótica nos níveis de investigação de trabalhos práticos, proposto por Tamir (1976), entendemos que os vídeos de experimentos com abordagens demonstrativas investigativas podem ser categorizados em um bom nível. Os alunos observarão as experiências e participarão ativamente das discussões e debates, sendo suas hipóteses e conclusões essenciais para o desenvolvimento das atividades propostas.

O pesquisador, com auxílio de experimentos filmados, pôde ministrar aulas em uma abordagem investigativa do tipo pesquisa ação, fundamentada em pressupostos da teoria semiótica peirceana, que busca a significação e a ressignificação pelos estudantes de conceitos que foram discutidos em todo decorrer das aulas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentaremos os resultados obtidos relacionados aos objetivos do estudo, que resumimos a seguir:

- Diagnosticar dificuldades de aprendizagem em alunos do 3º ano de uma escola pública;
- Analisar entre os alunos o grau de dificuldade em aprender os conteúdos da estequiometria;
- Observar como diferentes tipos de signos auxiliam no processo de aprendizagem, amenizando possíveis dificuldades.

### 5.1 QUESTIONARIO INICIAL

O questionario inicial (APÊNDICE A) aplicado no dia 16 de Março de 2022 , constituído por 7 questões para uma quantidade de 22 alunos foi a primeira parte da análise aplicado no espaço escolar por meio de uma sequencia didática que foi necessaria três (3) aulas com duração de cinquenta (50) minutos cada, aulas essas utilizada para o conhecimento da disciplina de química no ensino de Estequiometria visando diagnosticar as possibilidades de intervenção e mediação para a eficácia na aprendizagem dos alunos com base na semiotica de piece.

Para qual os resultados obtidos em relação aos perfis de alunos são importantes para este estudo, pois fornecem informações sobre aspectos de sua motivação e interesse em relação à disciplina e em relação às expectativas do pesquisador quanto à participação dos alunos. Para tanto, foi criado um instrumento (APÊNDICE A) baseado na identificação das dificuldades dos alunos sobre o tema e no conhecimento dos conteúdos necessários para sua aprendizagem.

Nesta primeira análise, será apresentada respostas sobre a opinião dos alunos diante das dificuldades de aprendizagem no conteúdo de Estequiometria, que constitui de questões gerais sobre o aprendizado de química, conhecimentos e habilidades, conhecimentos prévios, interesse pelo assunto de cálculo de Estequiometria e ao mesmo tempo, com as dificuldades que os alunos apresentam em relação ao assunto.

Então, buscou-se identificar entre os alunos se eles tinham dificuldade em aprender química e o que atribuíam a esta dificuldade? A partir do interesse, alguns alunos apontam: “Eu atribuiria na parte do conteúdo ESTEQUIOMETRIA no qual eu sinto dificuldade na parte de balanceamentos equações mol entalpia

produtos e reagentes” (ALUNO 1) “Com certeza a parte teórica eu consigo desenvolver, mas quando eu irei praticar as equações muitas dúvidas surgem” (ALUNO 2) “Não me identifico muito com a matéria devido aos cálculos e isso me traz dificuldades” (ALUNO 4) “Alguns assuntos que envolve algumas fórmulas de cálculos”(ALUNO 6)

Observamos que, segundo alguns depoimentos, os alunos encontram dificuldades para aprender Química devido ao uso de cálculos, levando assim a não fazerem conexões significativas com os conceitos, os conceitos matemáticos e a complexidade de compreensão, e se organizar para processar as informações, como o professor ensina ou mesmo a maneira distribuída e não textual como o conteúdo é entregue, fazendo com que os mesmos não consigam vincular o conteúdo.

Considerando que a aprendizagem se realiza através do relacionamento interpessoal e intersubjetivo entre o aluno, o professor e o objeto de conhecimento, numa relação dialética em que as dimensões cognitivas, afetivas, psicomotoras, pedagógicas, neurológicas, sociais, históricas e culturais estão presentes, para que isto ocorra faz-se necessário o estabelecimento de uma relação de diálogo e confiança mútuas, o que continuamente produzirá meios para o desenvolvimento crítico e humano do professor e do aluno (VYGOTSKY, 1987).

O ensino é definido em termos de aprendizagem, para isso o professor deve estar disposto para tal ofício. Assim, as práticas e atitudes dos alunos nos fazem refletir sobre a importância de ambos levarem a sério o aprendizado necessário em um contexto educacional. No entanto, o professor deve transmitir para os alunos a confiança e a motivação para aprender nas dificuldades de aprendizagem.

Dessa forma, foi visto que a maioria dos alunos tiveram dificuldade em aprender o conteúdo de Estequiometria. Bem como relacionando com este resultado, Santos (2013), afirma que o estudo de Estequiometria, é muito importante no aprendizado de Química, visto que o conteúdo envolve a transição constante entre distintos domínios da matéria, lidando com as relações quantitativas das transformações químicas, que estão bastante percebida na fórmulas e nas equações químicas.

Desta forma, torna-se necessário que os estudantes possam transitar entre os três níveis de representação da Química (macroscópico, símbolo e submicroscópico). Algumas escritas dos alunos por meio do questionário que apresentaram dificuldade em relacionar a Estequiometria com o seu cotidiano merecem destaque e podem ser observadas a seguir: “Não consigo relacionar as aulas de química no meu dia a dia”

(ALUNO 7) “Não acho que tenha relação com o meu dia a dia” (ALUNO 8) “Não consegui entender o conteúdo acho que por isso não se relacionar com o dia a dia” (ALUNO 9)

A partir das respostas dos alunos é possível perceber mais uma vez sua dificuldade em compreender o ensino sem se permitir construir esse conhecimento revelando que o conteúdo não foi aplicado devidamente trazendo situações do cotidiano dos alunos.

Segundo Santos e Silva (2014), vários trabalhos na literatura relatam que essas limitações na aprendizagem são referentes a dificuldade de abstração e transições na aprendizagem entre os níveis de representação da matéria; a grandeza da Constante de Avogadro, a confusão entre mol/quantidade de matéria/Constante de Avogadro/massa molar e as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas.

Ainda propõem que a abordagem tenha um tratamento inicial macroscópico, que se aproxima da leitura que o estudante faz do mundo, antes da introdução das equações químicas e da relação com o nível submicroscópico. Então visando facilitar a assimilação do conteúdo de Estequiometria, foi interessante trazer situações práticas para que pudessem mostrar a aplicação deste conteúdo dentro do cotidiano do aluno, através de exemplos que fizessem os mesmo discutirem e fazer ligações. Para isso foi elaborado um sequencia de videos experimentais.

## **5.2 ANÁLISE DO EXPERIMENTO**

Neste segundo momento, os vídeos elaborados com links disponíveis em (ANEXOS) foram aplicados e organizados em uma sequência para facilitar e ajudar nas dúvidas dos alunos, contextualizando o conhecimento por meio do diálogo e da escrita.

A atividades foram desenvolvidas em sala de aula, no dia 22 de Março de 2022 utilizando um projetor e um computador portátil para apresentação dos vídeos de experimentos para uma quantidade de 28 alunos, quantitativo esse um pouco superior a realização do primeiro questionário. Os diálogos e as interjeições considerados mais relevantes pelos estudantes será posteriormente relatos.

Respostas escritas pelos estudantes foram fonte de dados utilizada na tentativa de indicar a direção das interpretações julgadas importantes. Os dados obtidos durante as atividades foram analisadas com base em interpretação da semiótica de Peirce, buscando categorizar os signos em rema, dicente e argumento (abdução, indução e dedução), ou ainda (simbolico) (representacional) (icone) de acordo com o nível de interpretação dos alunos, ou

seja, levando em consideração qualidades, constatações, capacidade de argumentação, manifestação de raciocínio lógico e de formulação de hipóteses produzidas por eles durante os processos de significações e ressignificações sobre o conceitos apresentado.

A estratégia de ensino utilizada consiste na aplicação de experiências filmadas e disponibilizadas na plataforma YouTube com o link em anexo que foi conduzida pelo pesquisador para auxiliar no levantamento das concepções prévias dos estudantes. Realçamos que os debates e discussões realizados durante as atividades contribuem para os processos de significações e ressignificações e, conseqüentemente, proporcionam a formação de signos genuínos.

Dando início a aplicação do primeiro video ainda em pausa onde é colocado um copo emborcado sob outro recipiente de vidro como uma vela acesa já descrito anteriormente foi direcionado a seguinte perguntada “O que acontecerá com a vela?”. Um aluno prontamente responde: “A vela vai apagar!”. Considerando a resposta quase que imediata e a expressão de certeza na face do aluno, o pesquisador continua e instiga novamente os estudantes: “Por que a vela apaga?”. Outro aluno prontamente responde: “Devido a falta de oxigênio a vela vai apagar”

Os alunos ficaram atentos. Um outro aluno responde: “Ela vai ficar um pouco acesa e depois vai apagar”. Seguido aos questionamentos realizados pelo pesquisador, os alunos são instruídos a assistir o vídeo do primeiro experimento.

É visto o quanto é importante o engajamento e a participação dos alunos, avaliar o processo interativo em sala de aula para que possam se perceber como parte do processo e também para que possam expressar suas opiniões com mais liberdade, entendendo que a metodologia foi desenvolvida para facilitar o aprendizado e nada melhor que eles para contribuir com a melhoria desse processo.

Para Vygotsky (2001) existem pelo menos duas classes do pensamento verbal: os conceitos cotidianos, que se referem a significados desenvolvidos na interação social, e conceitos científicos; que são constituídos no ensino formal, normalmente na escola (TUNES, 1995).

Assim, com três níveis de conhecimento, essa interação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento voltado para a aprendizagem ocorre de forma significativa. Como no caso da primeira pergunta sobre o vídeo, onde os alunos, em sua maioria, ofereceram sinais simbólicos e ícones, com explicações superficiais e outras mais detalhadas. Ao observar que a vela se apagou ao final do primeiro experimento, pois a maioria dos alunos achou que a

chama da vela se apagou devido ao consumo de ar dentro do copo.

Na segunda parte dessa sequência e antes que se apresente o segundo vídeo onde, são utilizados dois copos de tamanhos diferentes e são colocados devidamente emborcados sobre as velas acesas, cada um com um tamanho significativamente diferente, um copo maior que o outro, o pesquisador continuou a perguntar “O que vai acontecer agora quando coloco os dois copo vazio sobre as duas velas acesa?”. Um aluno responde: “A do recipiente maior vai demorar para apagar”. O pesquisador continua a instigar os estudantes: “Por que a do recipiente maior vai demorar para apagar?”. Outro aluno responde: “A maior tem mais ar acho que assim vai demorar apagar”

Nesta segunda etapa da sequência de experimentos, foi observado que os alunos começaram a discutir entre si, argumentando que a quantidade de ar no recipiente afeta diretamente a duração da chama da vela. A maioria dos alunos disse que a vela do recipiente maior demorava mais para se apagar devido à maior quantidade de ar no vidro e do recipiente de menor tamanho tinha uma quantidade menor de ar.

Após as discussões e debates com os estudantes, para dar continuidade à atividade, foi mostrado um terceiro experimento, seguindo ainda sim a sequência de vídeos, experimento esse que consistiu em uma adaptação do experimento proposto por Birk e Lawson (1999).

Inicialmente foi passado o pouco do vídeo para que os alunos observassem o que aquele último experimento estava propondo para eles, então o experimento mostrava a utilização mais uma vez de um recipiente de vidro (copo) uma vela acesa e agora um ser vivo no caso o experimento foi utilizado mosquitos junto a vela e copo emborcado.

O vídeo foi pausado e o pesquisador mais uma vez com o seu papel de investigação perguntou “O que vai acontecer quando o copo vazio for colocado sobre os mosquitos junto com a vela acesa?”. Deu pra observar que muitos alunos tiveram medo de responder a essa pergunta com medo de errar a sua resposta, mas não demorou muito para que um aluno responder: “Eles vão ficar vivos porque dentro do recipiente ainda tem ar”.

Considerando a resposta e a expressão na face do aluno que a resposta poderia ainda assim estar errada, o pesquisador continuou a investigação instigando-os com a seguinte pergunta: “Mas a vela não se apagou?”. Neste momento a sala ficou silenciosa, mas um aluno se posicionou e contemplou a pergunta em seguida com resposta: “A vela se apagou, pois, consumiu a quantidade de ar necessária para que ela ficasse em combustão diferente dos mosquitos pois ainda existe uma quantidade de ar necessária para sua sobrevivência.”

Durante a discussão deste experimento, conceitos científicos começaram a emergir, os alunos que responderam às questões ligaram os conceitos à experiência e, na sua maioria, apresentaram indicações ao nível da argumentação. Ao debater o último vídeo da sequência didática, os alunos utilizaram termos e conceitos adquiridos durante a atividade e demonstraram uma compreensão mais detalhada dos conceitos estudados, dando respostas com signos, símbolos e índices.

Na objetivação vista nas respostas quanto no decorrer da apresentação da sequência de vídeos, essa relação do signo com o objeto pode caracterizar um ícone, um índice ou um símbolo. Ou seja, o ícone trata-se de um signo que apresenta semelhança com o objeto representado. Uma imagem, por exemplo, é um ícone de uma entidade real. O índice, por sua vez, é um signo onde seu significado é revelado por meio de efeitos produzidos pelo seu objeto. O índice, como seu próprio nome diz, é um signo que como tal funciona porque indica uma outra coisa com a qual ele está realmente ligado. Há, entre ambos, uma conexão de fato. Como discutido em Santaella (1983), o girassol, por exemplo, pode ser percebido como um índice uma vez que aponta para o lugar do sol no céu, porque se movimenta na direção do sol. A posição do sol no céu, por seu turno, indica a hora do dia. A flor chamada "onze-horas", que só se abre às onze horas, ao se abrir, indica que são onze horas. O símbolo, enfim, está relacionado ao objeto através de ideias que são produzidas por meio de convenção, uma associação triádica (signo, objeto que o signo representa e o interpretante) de ideias mais gerais.

Por isso mesmo, o símbolo não é uma coisa singular, mas um tipo geral. E aquilo que ele representa também. Assim são as palavras. A palavra mulher, por exemplo, é um geral. O objeto que ela designa não é uma mulher específica, mas toda e qualquer mulher. O objeto representado pelo símbolo é tão genético quanto o próprio símbolo. (SANTAELLA, 1983)

### **5.3 ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DOS ALUNOS NAS QUESTÕES DE ESTEQUIOMETRIA**

Serão discutidos os resultados escritos do segundo questionário aplicados aos alunos da escola pública para um quantitativo de 28 alunos no dia 22 de Março de 2020 a (APÊNDICE B) contendo questões abertas que exige cálculo, balanceamento e modelagens das reações obtidas.

Os resultados refletiram sobre as equações proposta na atividade, resultados esse que para o questionário sinalizou uma certa dificuldade dos participantes em traduzir a equação

química, independentemente da forma de expressão (simbólica ou textual). Pozo e Gómez-Crespo (2009) ressaltaram esta dificuldade visto que muitos estudantes podem entender a conservação da massa e da substância como problemas independentes, já que o nível submicroscópico carrega consigo as características observáveis da matéria.

Por outro lado, percebe-se a superação dessa dificuldade ou ao melhor entendimento do nível submicroscópico ao longo com o avanço da instrução. Pois os participantes que mesmo com dificuldade de responder conseguia traduzir o fenômeno químico, conseguiam entender o que as questões de fato pediam, mas não conseguia desenvolver. Além disso, apontando para dificuldade e observando as divergências entre saber o que se pede e não conseguir desenvolver com completo os estudantes expressou de forma coerente as questões enquanto outros não respondeu ou não estabeleceu relação alguma.

Então ficou perceptível que os alunos não conseguiram resolver a questão de Estequiometria por não saber por completo ou por saber, mas não conseguir chegar no resultado e o que se esperava-se era que os alunos seguissem os passos necessários para a realização do cálculo bem como o balanceamento da reação dada na questão.

Por outro lado, o que leva o aluno a não entender as relações matemáticas necessárias à compreensão das relações estequiométricas é a dificuldade que os mesmos apresentam em conhecimentos básicos de matemática (Hartwing, 1981 apud Migliato, 2005, p. 3)

Esses resultados também corroboram com os diversos autores citados no referencial teórico deste trabalho e nas análises anteriormente realizadas, que citaram que os estudo da Estequiometria, tem sido um dos conteúdos em que os alunos sentem maior dificuldade (SANTO, 2013; SANTO e SILVA, 2014; PAZ 2010).

#### **5.4 ATIVIDADE DE MODELAGEM**

Ainda no questionário (APENDICE B) foi trabalhado a segunda questão com os estudantes uma atividade simples de modelagem descrita a seguir: “Utilize bolas de jujubas e varetas para fazer modelos das moléculas da reação de combustão do exercício anterior.”

Nessa atividade os alunos manusearam as jujubas e os palitos de acordo como as substâncias apresentadas na questão levando como deve ser sua representadas por modelos moleculares. Notou-se que a maioria dos alunos encontrou um efeito positivo no desempenho dessa questão, nesse momento os alunos começaram a se envolver e participar mais, guiados pela complexidade, momento em que a química parecia mais relacionada em seu contexto,

onde conseguiram representar os átomos por meios das jujubas e suas cores e as varetas o tipo de ligações relacionando ao processo de representação da semiótica de Pierce que foi capaz de representar um objeto ao desenvolver um interpretante.

Para Lima Neto (1999, apud Costa 2008, p. 10) o uso de modelos moleculares no ensino de Química é de grande valia para este propósito, pois sustenta a visualização das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula. O modo como alguns temas específicos são abordados em sala de aula: ligações químicas, estruturas moleculares, balanceamento de reações, leva o estudante a imaginar a Química como uma ciência abstrata, pois muitas vezes ele não consegue conceber essas ideias no espaço tridimensional, dificultando consideravelmente o aprendizado, além de transmitir o conceito errôneo de que o estudo da Química é meramente decorativo.

Pode-se analisar o desempenho dos alunos em questões de conhecimento químico, onde foram demonstradas as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao tema de pesquisa e estruturada a sequência de atividades utilizadas as técnicas investigadas, aqui denominadas alternativas, podem contribuir para o importante estudo dos conceitos básicos do processo de ensino da estequiometria.

A contextualização, seja estratégica ou como princípio norteador, enfatiza o quanto é importante integrar informações sobre a realidade em que vivem e que podem ser utilizadas para solucionar problemas científicos, técnicos e sociais, em situações cotidianas relacionadas à realidade em que se vive. Por esta razão, e com o intuito de encontrar respostas para as implicações desta estratégia ou princípio no estudo, no nosso estudo metodológico vale a pena lembrar que nesta questão a simbologia utilizada, refere-se a um aluno que evoca os conceitos básicos da Química envolvida em apresentações, relacionadas à estequiometria, como a estrutura molecular das substâncias participantes, como reagentes e produtos.

Esses resultados indicam um aumento na capacidade de interpretar representações figurativas e, mais provavelmente, por outro lado, a adoção significativa de conceitos estequiométricos, e o desenvolvimento de habilidades que lhes permitam resolver as tarefas propostas, ou seja, estratégias adequadas e eficazes para promover conceitos apropriados de ensino-aprendizagem química na estequiometria.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo aponta a importância de ensino mais contextualizado para as práticas docentes de acordo com Pierce para o caso do ensino de Química no conteúdo de Cálculo Estequiométrico, e para isso foi elaborado uma sequência didática com aplicações de vídeos experimentais, prática de modelagem atômica e de um questionário com 7 questões para verificar as dificuldades sobre as mesmas e outro questionário com 3 questões abertas sobre cálculos estequiométricos para verificar onde está a dificuldade dos alunos de uma escola pública da cidade de Cumaru-PE.

A preferência do público alvo foi dada pelas experiências que obtive durante a graduação nos programas oferecidos pela CAPES o programa do Pibid e Residência além do que a escola foi a minha escola de formação do ensino médio, dessa forma uma vez que a disciplina e o conteúdo de Estequiometria são visto como difíceis de compreensão, esse pressuposto aumentou o meu desejo de ser pesquisadora dessa área, a ter um olhar mais apurado para esta pesquisa, de forma a encontrar estratégias de ensino mais significantes para o contexto do aluno.

Na área de Química, historicamente, muitos alunos demonstram dificuldades em aprender. Na maioria das vezes, não percebem o significado ou a validade do que estudam. Usualmente os conteúdos são trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos. Além disso, alguns professores de Química também demonstram dificuldades de relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana. Suas práticas, em sua maioria, priorizam a reprodução do conhecimento, a cópia, a memorização, acentuando a dicotomia teoria-prática presente no ensino (TREVISAN; MARTINS, 2006, p. 2).

Com base no arcabouço teórico proposto por Peirce (1983), referente ao pragmatismo e à fenomenologia, bases de sua teoria semiótica, pensando em aulas para alunos do ensino médio, defendemos a tese que ao utilizar os vídeos de experimentos em uma abordagem investigativa para apresentar fenômenos que envolvam a combustão de uma vela, e a modelagem atômica são favoráveis e potencializando a promoção de debates e discussões entre professores e estudantes, com boas chances de proporcionar situações ideais para processos de significações e ressignificações de conceitos científicos.

Nesta perspectiva, também foram identificadas na pesquisa o não saber relacionar os cálculos matemáticos com o cálculo estequiométrico e é preciso ressaltar a presença da Química em todos os parâmetros da informação além da importância do conhecimento dos cálculos, pois o conteúdo de Cálculo Estequiométrico precisa além da sua aplicação no

cotidiano saber também executar os cálculos matemáticos para execução dos problemas envolvendo a Estequiometria.

Ao final da pesquisa e análise dos resultados, pôde-se perceber a importância e eficiência de se usar metodologias alternativas no processo educacional, pois a aula tradicional mostra um conteúdo “sem sentido” para os estudantes, e a partir do momento que se começa a contextualizar o ensino de Química, apresenta-se ao educando a importância desses conteúdos, e os mesmos podem relacionar o que aprendem em sala de aula com o seu cotidiano, tendo assim uma aprendizagem mais significativa.

## REFERÊNCIAS

- ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MATINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: Introdução à Filosofia**. São Paulo: Moderna, 2009
- ARASASINGHAM, R. D. et al. Using knowledge space theory to assess student understanding of stoichiometry. **Journal of Chemical Education**, v.81, n. 10, p. 1517 – 1523, outubro 2004. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed081p1517>. Acesso em: 20 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1021/ed081p1517>
- BEALL, H.; PRESCOTT, S. Concepts and Calculations in Chemistry Teaching and Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 2, p. 111 – 112, Fevereiro 1994. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed071p111>. Acesso em: 20 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1021/ed071p111>
- BRASIL. Ministério da Educação. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**, MEC, Brasília, 2006.
- BOUJAOUDE, S.; BARAKAT, H. Students' Problem Solving Strategies in Stoichiometry and their Relationships to Conceptual Understanding and Learning Approaches. **Electronic Journal of Science Education**, v. 7, n. 3, Mar 2003. Disponível em: Referências 92 <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7709>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.
- Bush, V. (1945). Science, the Endless Frontier. <https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm> Acesso em 10 dezembro de 2021
- CHRISPINO, Alvaro. **O que é Química**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Unijuí, 1993.
- COSTA, A. A. F.; SOUZA, J. R. da T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, p. 106 – 116, ago-dez 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2190/2483>. Acesso em: 22 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v10i19.2190>
- COTES, S.; COTUÁ, J. Using audience response systems during interactive lectures to promote active learning and conceptual understanding of stoichiometry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 5, p. 673 – 677, abril 2014. Disponível em: Referências 93 <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400111m>. Acesso em: 22 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1021/ed400111m>
- FIGUEIREDO, C. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**, 1913.
- GABEL, D. Analyzing difficulties with mole-concept tasks by using familiar analog tasks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 21, n. 8, p. 843 – 851, abril 1984. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/tea.3660210808>. Acesso em: 21 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1002/tea.3660210808>

- GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. 1. ed. Ijuí:Ed. Unijuí, 2008.
- GORIN, G. Mole and chemical amount: A discussion of the fundamental measurements of chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 2, p. 114-116, 1994. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed071p114?journalCode=jceda8>. Acesso em: 20 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1021/ed071p114>
- GOMES, R. S.; MACEDO, S. da H. **Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química**. **Revista Vértices**, v. 9, n. 1-3, p. 149-160, 2007.
- GULACAR, O. et al. A novel code system for revealing sources of students' difficulties with stoichiometry. **Chemistry Education Research and Practice, RSC Publishing**, v. 14, n. 4, p. 507 – 515, julho 2013. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/rp/c3rp00029j#!divAbstract>. Acesso em: 22 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1039/C3RP00029J>
- HUDDLEY, P. & PILLAY, A. **An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African University**. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(1), 65-77, 1996.
- JACOB, C. Interdependent operations in chemical language and practice. **HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry**, 7(1), 31-502, 2001.
- JOHNSTONE, Alex H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- JOHNSTONE, A. H. **Macro and Microchemistry**. *The School Science Review*, v.64, n. 227, p. 377-379, 1982.
- KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de Representação e Teoria da Aprendizagem Significativa: Possíveis Interconexões da Construção do Conceito de Biotecnologia. **Revista Ensaio**, 14 (02), p. 137-152, 2012.
- LAVOISIER, A. L. **A Lei de Lavoisier**. 1785
- Lima, M. B.; De Lima-Neto, P. (1999). Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. **Química Nova**.
- LIRA, M. B; RECENA, M. C. P. **Avaliação das possibilidades de uso de vídeos digitais didáticos de experimentos para o ensino de estequiometria**. In: XV ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília. Anais, 2010.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. MARTINEZ, M. S.; LONGHI, A. L. D. Identificación y categorización de dificultades de lectocomprensión en enunciados de problemas de lápiz y papel de estequiometría. **Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las**

**Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 159 – 170, fevereiro 2013.  
Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2830>.  
Acesso em: 21 de outubro de 2021.  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2013.v10.i2.02](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i2.02)

MIGLIATO J.R.F., **Utilização de Modelos Moleculares no Ensino de Estequiometria para alunos do Ensino Médio** – Estequiometria – São Carlos(2005), Dissertação de Mestrado – UFSCar

MIGLIATO FILHO, J. R.; FERREIRA, L. H. **Utilização de Modelos Moleculares no Ensino de Estequiometria para alunos do Ensino Médio**. 2005. 130 p.  
Dissertação (Programa de Pós-graduação em Química) — Universidade Federal de São Carlos. Disponível em:  
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6616/DissJRMF.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 de outubro de 2021.

MORAIS, R. de (org.) Sala de aula – **Que espaço é esse?** 7. ed. Campinas: Papirus, 1995

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Química Nova, v. 23, p. 273-283, 2000.

NEGRÓN, A. C. V.; GIL, P. E. G. Em busca de alternativas para facilitar la enseñanza – aprendizaje de la estequiometria. **Revista En Blanco & Negro**, v. 1, n. 1, p. 1 – 8, 2010. ISSN 2221-8874. Disponível em: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/2186/2117>. Acesso em: 22 de outubro de 2021.

OLIVEIRA, M.F. **Metodologia Científica. Monografia**. Universidade Federal de Goiás, 2011.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento - Um processo sóciohistórico**. Coleção Pensamento e ação na sala de aula. São Paulo: Scipione, 1991.

PEIRCE. Charles Sanders. **Semiótica**. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 1983.

POZO, I.; GOMEZ CRESPO, M. **A aprendizagem e o ensino de Ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESTES, Z. R. **Quando não é a mesma coisa: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil: repercussões no campo educacional**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Brasília - UnB. Brasília: 2010.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), p. 1-10, 2016.

SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 1983.

SANTOS, L. C. dos. **Dificuldades de aprendizagem em estequiometria: uma proposta de ensino apoiada na modelagem**. 2013. 153 p. Dissertação (Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16103/1/LiviaCS\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16103/1/LiviaCS_DISSERT.pdf). Acesso em: 22 de outubro de 2021.

SANTOS, L.C.; SILVA, M.G. **Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria**. Revista Acta Scientiae, Canoas, V.16, n.1, 2014, p.133-152.

SILVA, R. R.; MACHADO, L. P. F.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.L.; MALDANER, O. A.: (Org.). **Ensino de Química em foco**. p. 231-261, Ijuí (RS): Unijuí, 2010.

SCHMIDT, H. J. **An Alternate Path to Stoichiometric Problem Solving**. Research in Science Education, 27(2): 237-249, 1997.

SCHMIDT, H. Stoichiometric problem solving in high school chemistry. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 191 – 200, 1994. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069940160207>. Acesso em: 20 de outubro de 2021. <https://doi.org/10.1080/0950069940160207>

TÓTH, Z.; SEBESTYÉN, A. Relationship between students' knowledge structure and problem-solving strategy in stoichiometric problems based on the chemical equation. **Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education**, v. 1, n. 1, p. 8 – 20, 2009. Disponível em: <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423880515.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 2021.

TREVISAN, Tatiana Santini e MARTINS, Pura Lúcia Oliver. **A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites**. UNIrevista. Vol. 1, n° 2: abril, 2006.

TRISTÃO, J. C.; FREITAS-SILVA, G. D.; JUSTI, R. da S. Estequiometria: Investigações em uma Sala de Aula Prática. In: SBQ (Ed.). **XIV ENEQ**. 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0798-2.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 2021.

TUNES, E. **Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal**. Cadernos Cedes, n°35, 1995.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. **O livro didático de Ciências no Ensino**

**Fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico.**

Ciência & Educação, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VERONEZ, K. N. da S.; PIAZZA, M. C. R. **Estudo sobre as dificuldades dealunos do ensino médio com estequiometria.** In: ABRAPEC (Ed.). **VI ENPEC.** Florianópolis, 2007.

Disponível

em:

<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p884.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 2021.

VIGOTSKI, L. S. A formação social da mente: **o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VIGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica.** Tradução: Paulo Bezerra. Psicologia e Pedagogia. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

**WARTHA, E. J.; REZENDE, D.B.** Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. *Investigação em Ensino de Ciências - V16(2)*, pp.275-290, 2011.



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE  
Centro Acadêmico do Agreste – CAA



## APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO SOBRE O PERFIL DOS ALUNOS E AVALIAÇÃO DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA.

Este questionário tem por finalidade a obtenção de informações, para serem analisadas e comentadas no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da aluna **Roberta Poliana da Silva**, do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), orientado pelo Prof<sup>o</sup> Dr. **João Ratis Tenório**.

De acordo com a ética da pesquisa, os nomes das pessoas envolvidas não serão divulgados.

### QUESTIONÁRIO

Identificação:

1. Você tem dificuldade em aprender química? ( ) Sim ( ) Não
2. Em caso afirmativo, o que você atribuiria a estas dificuldades?

---



---



---

3. Você é repetente? ( ) Sim ( ) Não
4. Em qual disciplina você reprovou? Se você marcou sim na pergunta anterior, queremos saber qual(is) foi a(s) disciplina(s) que te segurou aqui... Podendo marcar mais de uma opção!

- ( ) Arte      ( ) Biologia      ( ) Educação Física      ( ) Espanhol  
( ) Filosofia      ( ) Física      ( ) Geografia      ( ) História  
( ) Inglês      ( ) Matemática      ( ) Português      ( ) Química  
( ) Sociologia

5. Quando você realiza uma avaliação ou exercícios de aula, você costuma revisar seus resultados?

( ) Sim ( ) Não

6. Você sentiu dificuldade em aprender o conteúdo de estequiometria química?

**Justifique.**

---

---

---

**7. Você acha que a estequiometria tem aplicação no seu dia a dia? Justifique.**

---

---

---

Eba, finalizamos!

Muito obrigada pela sua contribuição, suas respostas são muito importantes para nossa pesquisa!



**ANEXO A - LINK ARTIGO**

[http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol27No2\\_349\\_30-AG03120.pdf](http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol27No2_349_30-AG03120.pdf)

**ANEXO B - LINK VIDEOS**

1. <https://www.youtube.com/watch?v=C9E13pkc0ko&feature=youtu.be>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=0-iLMVhEdbA>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=BNBa9toOz74&feature=youtu.be>