

DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ESTEQUIOMETRIA: ALGUMAS REFLEXÕES

Sara Costa Mendonça¹
Thiago Pereira da Silva (Orientador)²

RESUMO

Algumas pesquisas têm revelado que os estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem no Ensino de Estequiometria, que tem relação com o grau de abstração e transição entre os níveis de representação da matéria; a grandeza da constante de Avogrado; a confusão entre mol, quantidade de matéria, constante de Avogrado, massa molar e as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas. Diante destas questões, este trabalho de pesquisa teve como objetivo diagnosticar as dificuldades de aprendizagem no Ensino de Estequiometria com alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Campina Grande-PB. A pesquisa se caracteriza como um estudo descritivo e exploratório, com abordagem quali-quantitativa. O público alvo foram 20 alunos. Como instrumento de coleta de dados foram aplicados questionários mistos. Os dados foram expressos em gráficos e tabelas, como também foram extraídas algumas falas representativas dos sujeitos. Os resultados revelam que os estudantes em sua grande maioria, sentiram dificuldades na aprendizagem deste conteúdo, tornando-se necessário que os professores possam pensar em novas estratégias pedagógicas que ajudem a minimizar as dificuldades enfrentadas no ensino deste conteúdo no contexto da educação básica.

Palavras-chave: Ensino de Química, Dificuldades de Aprendizagem, Estequiometria.

INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência que estuda a matéria e suas transformações, além da composição, estrutura, propriedades, as mudanças sofridas durante as reações químicas e a sua relação com a energia envolvida nessas transformações. Sendo assim, a química está muito ligada ao nosso dia a dia, estando presente nos alimentos, medicamentos, construções, nas plantas, nos combustíveis, e diversas outras aplicações do nosso contexto. O estudo da Química na educação básica torna-se importante, para que os alunos possam entender a sua importância e suas diversas aplicações, buscando tomar decisões de forma responsável para compreender diversos problemas que necessitam de conhecimentos químicos (FOGAÇA, 2014).

¹ Graduada em Licenciatura em Química pela UEPB, Mestranda em Ensino de Química pela UEPB, Professora da Educação Básica. e-mail: sarinha.c.m@hotmail.com

² Graduado em Licenciatura em Química pela UEPB, Mestre em Ensino de Química pela UFRN, Professor Assistente do Curso de Licenciatura em Química da UNIVASF. e-mail: profthiagopereira.silva@gmail.com

Segundo os documentos referenciais curriculares, a aprendizagem de química deve possibilitar aos alunos a compreensão dos diferentes processos químicos que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, sabendo julgar as informações que são apresentadas pela mídia de forma crítica, se posicionando diante das questões sociais, políticas, econômicas e ambientais (BRASIL, 2000).

No entanto, o que se percebe, é que o ensino da química tem sido abordado de maneira tradicional, com uma abordagem baseada no modelo transmissão recepção, gerando nos alunos um grande desinteresse pela matéria, mesmo ela estando presente no cotidiano das pessoas. As pesquisas têm revelado que os professores pouco oportunizam uma abordagem de ensino contextualizada e interdisciplinar, não preparando o indivíduo para a formação consciente do exercício da cidadania.

Nesse contexto, vários estudos têm enfatizado que os estudantes não se sentem motivados para aprender Química. Na visão de Santos (2013), esta desmotivação é causada por limitações que estão relacionadas com as dificuldades de abstração de conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos e o surgimento de concepções alternativas.

Segundo Kempa (1991), as dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química tem relação com a natureza das ideias prévias e concepções alternativas, ou o pouco conhecimento para estabelecer conexões significativas com os conceitos que se deseja que os estudantes aprendam, as relações entre a demanda ou complexidade de uma tarefa a ser aprendida e a capacidade do estudante para saber organizar e processar uma determinada informação, questões que envolvem a competência linguística, além da pouca coerência entre o estilo de aprendizagem do estudante e o estilo de ensino do professor.

Neste sentido, um dos conteúdos de Química que tem gerado dificuldades de aprendizagem é a Estequiometria. O seu estudo envolve o cálculo utilizado para medir a quantidade de determinadas substâncias químicas e para estudar as proporções dos elementos envolvidos numa reação química, considerando os reagentes e os produtos. A abordagem dessa temática tem gerado dificuldades na interpretação e resolução de problemas que envolve cálculos estequiométricos. Segundo Santos e Silva (2014) as principais dificuldades de aprendizagem no Ensino de Estequiometria, referem-se à abstração e a transição entre os níveis de representação da matéria, a grandeza da Constante de Avogrado, a confusão entre mol/quantidade de matéria/Constante de Avogrado/massa molar e as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas.

Neste sentido, considera-se de grande importância e relevância científica o estudo aprofundado neste trabalho de pesquisa, sobre as dificuldades de aprendizagem no ensino de estequiometria, com o intuito de se obter resultados que ajudem a comunidade científica e aos professores, construírem caminhos que possam ajudar a minimizá-las, a partir da inserção de novas estratégias pedagógicas.

Desta forma, este trabalho de pesquisa buscou respostas que possam ajudar a compreender as seguintes questões norteadoras em estudo: Quais as dificuldades de aprendizagem que os estudantes de uma escola pública apresentam no conteúdo de estequiometria? Como têm sido abordadas as aulas referentes a este conteúdo? Os estudantes sentiram-se motivados para aprender o conteúdo?

Dessa forma, o objetivo deste trabalho de pesquisa foi diagnosticar as dificuldades de aprendizagem no Ensino de Estequiometria com alunos do 1º ano de uma escola pública da cidade de Campina Grande-PB.

METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa quali- quantitativa, de caráter descritivo e exploratório.

Dal-Farra e Lopes (2013) destacam a importância da pesquisa quali-quantitativa para a área da educação afirmando que,

[...] A conjugação de elementos qualitativos e quantitativos possibilita ampliar a obtenção de resultados em abordagens investigativas, proporcionando ganhos relevantes para as pesquisas complexas realizadas no campo da Educação. Minimizando possíveis dificuldades na conjugação de práticas investigativas quantitativas e qualitativas, tais pesquisas podem produzir resultados relevantes, assim como podem orientar caminhos promissores a serem explorados por pesquisadores e educadores. Diante da riqueza oriunda de práticas de cunho qualitativo, e das possibilidades de quantificação de inúmeras variáveis que podem ser analisadas na esfera da Educação, há um amplo leque de caminhos investigativos a serem explorados na realização de pesquisas que envolvam os processos de ensino e aprendizagem [...]. (DAL-FARRA e LOPES, 2013, p. 67)

Segundo Gil (2008) a pesquisa exploratória e descritiva têm como objetivo primordial a investigação descritiva das características de uma determinada população, fenômenos ou estabelecimentos de relação entre variáveis. Desta forma, ela promove uma maior integração com o problema para torná-lo explícito, aprofundando o conhecimento da realidade, procurando a razão das coisas e o seu porque (ANDRADE, 1998).

A pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio da cidade de Campina Grande, localizado no estado da Paraíba. A pesquisa teve como público alvo, os estudantes do 1º Ano do Ensino Médio e a amostra foi composta por 20 alunos que concordaram em responder aos questionários.

Para a coleta de dados foi elaborado e utilizado um questionário contendo perguntas abertas (opinião dos estudantes sobre o ensino de estequiometria) e fechada (uma questão conceitual para analisar o grau de aprendizagem).

Segundo Gil (2008) o questionário pode ser definido como uma técnica de investigação social composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, sendo considerado um instrumento de coleta de informação.

Os dados obtidos qualitativamente foram analisados levando em consideração os discursos das pessoas envolvidas, onde foi possível selecionar as falas mais representativas que pudessem trazer um diagnóstico do problema em investigação.

No que se referem ao tratamento dos resultados quantitativos, eles foram expressos em gráficos e em uma tabela. Todos os dados foram discutidos e em seguida articulados com os referenciais teóricos que tratam sobre o objeto em estudo.

DESENVOLVIMENTO

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ESTEQUIOMETRIA E AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO

Pode-se definir estequiometria como a parte da química que estuda e analisa as relações quantitativas entre os elementos que se combinam para formar uma substância composta (FOGAÇA, 2017). Para o autor, a Estequiometria é o cálculo da quantidade das substâncias envolvidas numa reação química. Através dessa definição de estequiometria, temos o sentido do caráter histórico da estequiometria na aprendizagem química, que é enfatizada por Vidal *apud* Migliato na seguinte passagem:

Tendo como base o caráter histórico da química, conclui-se que a estequiometria teve início apenas no século XVIII com Jeremias Benjamin

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

Richter (1762-1807), que foi aluno do filósofo Immanuel Kant, que acreditava que todas as ciências eram ramos da Matemática, e foi então que ele criou a expressão estequiometria (do grego: *stoikheion* = elemento / estequiometria = “medida de elementos”). Passados dez anos da morte de Lavoisier, Richter publicou três livros sobre as relações matemáticas, onde um deles era intitulado “Anfangsgründe der Stöchyometrie” (Esboços de estequiometria), que tinha como subtítulo “A arte de medir elementos químicos”. Em geral os químicos se entregavam às investigações quantitativas e admitiam que os corpos tinham composições bem definidas. (VIDAL, 1970, *apud* MIGLIATO 2005, p.3).

Muitas das dificuldades apresentadas pelos alunos do Ensino Médio têm sido discutidas por importantes pesquisadores. Desta forma, tem se percebido que os estudantes sentem dificuldades em realizar cálculos, escrever ou balancear as reações. Além disso, observa-se que eles não conseguem relacionar grandezas e compreender o enunciado da questão para fazer os cálculos, onde muitas vezes memorizam, de uma maneira mecânica os passos que o professor realiza ao resolver o problema. Assim, os alunos passam mais tempo decorando do que tentando entender os conteúdos ou interpretando alguma situação problema (VILLA, 2003).

O cálculo estequiométrico é feito de forma relacional baseado na lei da conservação das massas (Lei de Lavoisier) e lei das proporções definidas (Lei de Proust), como por exemplo, a grandeza de quantidade de matéria é definida de forma relacional com a massa, com o volume ou com o número de entidades elementares contidas na substância da qual se trata. Caso a quantidade de matéria varie, todas irão variar proporcionalmente, visto que a massa é proporcional à quantidade de matéria, bem como ao volume e ao número de partículas elementares (VILLELA, 2013).

Este tema também é bastante abordado no ENEM, e muito utilizado no cotidiano, no entanto, ao ser ministrado em sala de aula, os alunos apresentam grande dificuldade em aprender, seja pelo grau de motivação, metodologia adotada, compreensão do assunto, ambiente de trabalho ou relacionamento professor –aluno (FOGAÇA, 2017).

Santos (2013) afirma ainda que, o estudo de estequiometria torna-se importante pelo fato de praticamente todos os conteúdos da química fazerem o uso de equações químicas e de cálculos provenientes dela. Este conhecimento tem extensa aplicação no contexto tecnológico. Por exemplo, quando fala-se em indústria química não há como não pensar em cálculos estequiométricos e o entendimento desse conceito que está diretamente relacionado à compreensão de vários fenômenos que ocorrem ao nosso redor. Tal conhecimento é

necessário para que os estudantes possam interpretar as transformações químicas em diferentes contextos.

Ao se assumir a importância do estudo da estequiometria e das dificuldades de aprendizagem expressas por estudantes do ensino médio, ressalta-se o quão relevante é, o papel do professor ao mediar estes pontos para favorecer o aprendizado da Química.

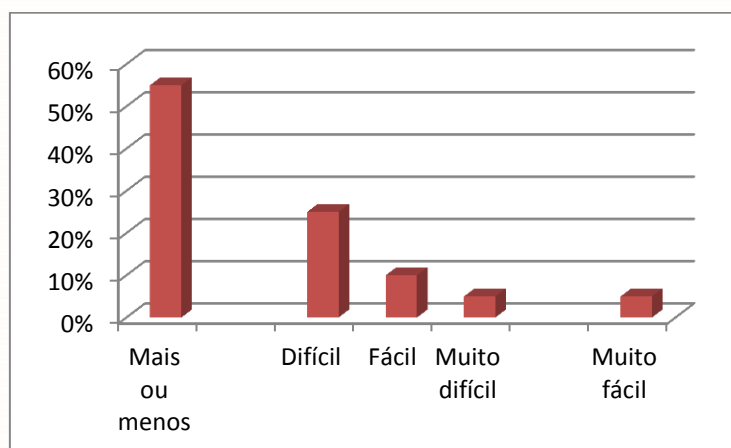
A estequiometria é um conteúdo que lida com as relações quantitativas das transformações químicas que estão implícitas nas fórmulas e nas equações químicas. Dessa forma, têm-se expressões simbólicas para as relações quantitativas a nível macroscópico e submicroscópico. Sendo assim, para aprender estequiometria é necessário compreender a representação das transformações químicas. O entendimento desses conceitos estão diretamente relacionados à compreensão de vários fenômenos que ocorrem ao nosso redor, sendo necessário estudá-los para que os estudantes possam interpretar as transformações químicas em diferentes contextos. (SANTOS e SILVA, 2014).

Em uma pesquisa desenvolvida por Verone e Piazza (2007), foi possível observar que os alunos sabem balancear uma equação química, mas não compreendem o seu significado, mostrando assim que eles não as interpretam a partir do nível submicroscópico, apresentando certa dificuldade nos cálculos matemáticos de proporções, ao resolver problemas envolvendo leis ponderais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, buscou-se diagnosticar como os alunos avaliam o conteúdo de estequiometria ministrado pelo seu professor. A Figura 1 apresenta os resultados obtidos.

Figura 1 - Avaliação do conteúdo de estequiometria ministrado pelo professor de química na opinião dos estudantes



Fonte: Própria

Pode-se observar a partir dos dados expressos na Figura 1, que a maioria dos alunos classificaram o conteúdo ministrado pelo professor como “mais ou menos”, representado por um percentual de 55%, seguindo de 25% do total dos alunos que responderam “difícil”, 10% que responderam “fácil”, 5% afirmaram ser “muito difícil” e outros 5% avaliaram como “muito fácil”.

Percebe-se que a maioria dos estudantes (85%) sentiu algum tipo de dificuldade no conteúdo de estequiometria. O que já vem sendo apontado por diversas pesquisas realizadas sobre o ensino de Estequiometria no contexto da educação básica.

Corroborando com estes resultados, 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, nas fórmulas e nas equações químicas. Desta forma torna-se necessário que o estudante possa transitar entre os 3 níveis de representação da Química (macroscópico, simbólico e submicroscópico). Também se torna importante saber trabalhar com o manejo da grandeza quantidade de matéria.

Nesse contexto, o professor de Química deve reconhecer o quão relevante é este conteúdo, visto que ele é a base para o entendimento de quase todos os conteúdos que estarão fazendo o uso de equações químicas e cálculos provenientes do estudo da estequiometria.

É importante que o professor consiga diagnosticar quais as limitações que os estudantes apresentam, sabendo construir caminhos que ajudem a minimizá-las, com vistas a conduzir uma aprendizagem significativa nos estudantes.

Em seguida buscou-se diagnosticar como o professor de Química ministrou as aulas de estequiometria. Algumas falas merecem destaque nesta análise:

“De acordo com o livro, apenas no quadro” (Aluno 4)

*“Falou muito rápido como desmembrar as reações e montar as equações”
(Aluno 1)*

“Com formulas, contas matemáticas” (Aluno 14)

A partir das respostas percebe-se que os alunos afirmam que o conteúdo de estequiometria tem sido trabalhado de maneira tradicional, característica do modelo transmissão-recepção. Percebe-se nas falas, a ausência do tratamento contextualizado do conteúdo, o que pode colaborar para que gerar as limitações na aprendizagem dos estudantes.

Silva (2015) enfatiza que este tipo de ensino provoca uma aprendizagem mecânica, onde se valoriza a reprodução sistemática e a exposição de conteúdos como verdades absolutas, tornando o aluno passivo no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, entende-se que o ensino de Química deve permitir ao aluno pensar, formular suas opiniões e construir conhecimentos relevantes, levando em consideração o contexto social do indivíduo.

Em seguida buscou-se diagnosticar entre os estudantes, se sentiram dificuldades em aprender o conteúdo de estequiometria nas aulas de Química. Algumas falas a seguir merecem destaque:

“Senti. Porque nunca entendo como fazer os elementos virar equações pra calcular” (Aluno 1)

“Sim. Bom alguns elementos não conseguir entender e como fazer” (Aluno 15)

“Sim, porque é um assunto difícil ao meu ver” (Aluno 7)

“Sim. A professora lia um pouco o livro didático e também escrevia resumidamente na lousa” (Aluno 2)

“Sim, porque é um conteúdo de difícil compreensão, complicado e o professor não ajudava na explicação” (Aluno 4)

A partir das falas expressas pelos estudantes, é possível perceber que eles sentiram dificuldades em montar a equação química e a partir dela executar os cálculos necessários. Também enfatizam que o conteúdo apresentam muitas reações e fórmulas. Outros enfatizam que o conteúdo é complicado e não entenderam quase nada. Esses resultados revelam que a transposição didática do conteúdo não foi satisfatória.

Muitos destes resultados corroboram com as pesquisas que tratam sobre as dificuldades de aprendizagem no ensino deste conteúdo. Segundo Santos e Silva (2014), vários trabalhos na literatura relatam que estas limitações na aprendizagem são referentes à dificuldade de abstração e transição entre os níveis de representação da matéria; a grandeza da Constante de Avogrado; a confusão entre mol/quantidade de matéria/Constante de

Avogrado/massa molar e as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas. Os autores afirmam que estas limitações se repetem independente da faixa etária e da região geográfica.

Na visão dos documentos curriculares, o conteúdo de estequiometria traz a necessidade de aquisição de conhecimentos e habilidades durante seu estudo, algumas delas são: a compreensão do significado da composição dos materiais e da concentração em massa e quantidade de matéria de soluções e do significado matemático do coeficiente estequiométrico (BRASIL, 2006). Ainda propõem que a abordagem didático-pedagógica 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.

Em seguida, buscou-se diagnosticar a aprendizagem dos estudantes, a partir da resolução de uma questão que envolve o cálculo estequiométrico. O Quadro 1, apresenta os resultados obtidos.

Quadro 1. Percentuais de erros e acertos dos alunos referentes à questão conceitual

Objetivo: Diagnosticar se os alunos conseguem realizar um cálculo estequiométrico da quantidade de matéria de uma substância a partir de outra.					
QUESTÃO	% ACERTOS	FALA DOS ALUNOS	% ERROS	FALA DOS SUJEITOS	% SEM RESPOSTA
1) Calcule a quantidade de matéria do gás nitrogênio necessária para reagir com 12 mols de gás hidrogênio, formando amônia.	0%	$\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ (Aluno 9) (Quase todos montaram somente a equação, mas não calcularam a quantidade de matéria)	0%	-----	100%

Nesta questão, ficou perceptível que os estudantes não souberam realizar o cálculo estequiométrico da quantidade de matéria do gás nitrogênio em relação ao gás hidrogênio, formando como produto final a amônia. Nesta questão esperava-se que o estudante seguisse os passos necessários para a realização do cálculo, tais como: 1) Identificação da equação química, pois é necessário escrever a equação envolvida na reação: o nitrogênio reage com o hidrogênio, formando amônia ($\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$); 2) Balanceamento da equação química: $1\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$; 3) Identificação da relação estequiométrica envolvida

no cálculo em questão e dos fatores de conversão: $1 \text{ mol N}_2 = 3 \text{ mol H}_2$; 4) Determinação da quantidade de matéria desejada, com base no fator de conversão obtido da relação estequiométrica.

Esses passos são essenciais para que os cálculos estequiométricos sejam realizados com sucesso. Desta forma, seria importante que os alunos tivessem utilizado o método da análise dimensional, que se baseia na conversão sucessiva das quantidades, utilizando fatores de conversão, até se obter o resultado desejado. Para isso, é necessário determinar os coeficientes estequiométricos da equação química.

A partir das análises realizadas, ficou perceptível a grande dificuldade que os alunos apresentam em resolver esta questão. Estes resultados corroboram com as respostas que foram fornecidas pelos alunos.

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

Na última questão buscou-se diagnosticar se eles conseguem perceber que a estequiometria tem aplicação no seu dia a dia. Algumas falas merecem destaque:

“Não sei, porque o professor não disse e nem relacionou nada”. (Aluno 4)
“Não. Pois não vejo como aplicar cálculos de química em nada no cotidiano”. (Aluno 1)
“Acredito que não”. (Aluno 5)
“Sim, porque em quase tudo que utilizamos tem um pouco de química”. (Aluno 3)

De acordo com essa análise foi possível observar que alguns alunos não percebem qual a aplicação da estequiometria em situações do cotidiano.

Visando facilitar a assimilação do conteúdo, seria interessante trazer situações práticas que pudessem mostrar a aplicação deste conteúdo dentro do cotidiano do estudante, através de exemplos que discutissem, por exemplo, que a mistura de reagentes em proporções corretas é fundamental na indústria química. O sabão, por exemplo, deve passar por um rígido controle de qualidade, a fim de que não haja excesso de reagentes na sua preparação, o que poderia acarretar, além de aumento de custo e perda de qualidade, danos à saúde do consumidor, como irritação de pele, alergias etc. Um ensino de Química estequiometria a partir de situações problematizadoras, talvez facilitasse na assimilação e diminuição do grau de abstração que este conteúdo apresenta.

Na visão de Paz (2010), uma das grandes dificuldades em aprender estequiometria está relacionada ao fato dos estudantes não conseguirem entender a importância da química e o porque eles a estudam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, é possível concluir que ensinar química não é simplesmente reproduzir conceitos de maneira descontextualizada. Há uma necessidade de que o estudo da estequiometria seja ensinado levando em consideração o uso de situações problematizadoras que facilitem a compreensão de sua aplicação na sociedade. O tratamento contextualizado deste conteúdo é um fator importante na compreensão dos cálculos para medir a quantidade de determinadas substâncias químicas e para estudar as proporções dos elementos envolvidos numa reação química, considerando os reagentes e os produtos.

Desta forma, é possível afirmar que os estudantes em sua grande maioria, revelaram que sentiram dificuldades na aprendizagem deste conteúdo, o que ficou evidenciado nas respostas dos sujeitos.

Nesse contexto, torna-se importante que os professores possam pensar em novas estratégias pedagógicas que ajudem a melhorar o ensino de estequiometria, oportunizando uma abordagem de ensino contextualizada, que possa ser útil para a formação do aluno como cidadão.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. São Paulo; Editora Atlas, 1998

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006.

DAL-FARRA, R. A.; LOPES, P. T. C. Métodos mistos de pesquisa em educação: Pressupostos teóricos. **Revista Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente - SP, v. 24, n. 3, p. 67-80, 2013.

FOGAÇA, J. R. V. **Estequiometria de reações**. Brasil Escola, 2017. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/estequiometria-reacoes.htm>>. Acesso em 11 de março de 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KEMPA, R. Students learning difficulties in science: causes and possible remedies. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 2, p. 119-128, 1991.

PAZ, G. L. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. **In: X Simpósio de produção Científica**, Teresina, 2010. Disponível em: <<http://www.uespi.br/prop/xsimposio/trabalhos/iniciacao/cienciasdanatureza>>. Acesso em: 15 de mai. 2016.

REA, L.M; PARKER, R.A. **Metodologia de pesquisa: do planejamento á execução**. São Paulo: Pioneira, 2000.

SANTOS, L.C. **Dificuldades de Aprendizagem em Estequiometria: Uma proposta de ensino apoiada na modelagem**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

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, T.P. **Construção e avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o conteúdo de Termoquímica**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

VERONE, K.; PIAZZA, M. Estudo sobre dificuldades de alunos do ensino médio com estequiometria. **Atas do VII ENPEC**, Florianópolis, 2007.

VIDAL, B. **Historia da Química**. São Paulo: Editora Edições 70, 1970

VILLA, M.A. Obstáculo no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Educação em Ciências – Amazonas**, V.10, n.19, 2003

VILLELA, G. Cálculo Estequiométrico. **Química sem segredos**, 2013. Disponível em: <<http://quimicasemsegredos.com/calculo-estequiometrico/>>. Acesso em 11 de março de 2017.