

Modelagem de estruturas moleculares para uma aprendizagem significativa em estequiometria

Carlos Eduardo Pereira Aguiar^{1*}, Roberto Barbosa de Castilho²

¹Professor da Secretaria Municipal de Educação, Divisão de Desenvolvimento Profissional do Magistério, Manaus, Amazonas/Brasil, ²Docente da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Licenciatura em Química, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/Brasil.

*carlos.aguiar@semed.manaus.am.gov.br

Recebido em: 30/03/2019 Aceito em: 15/04/2019 Publicado em: 31/05/2019

RESUMO

Este trabalho que é parte de uma pesquisa faz relatos do processo vivenciado pelos autores durante o planejamento e execução de um plano de aula para o ensino do tema estequiometria, da disciplina Química Geral I, para graduandos de Engenharia e Geologia, da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Para tanto, foi elaborada uma sequência didática envolvendo a representação de estruturas moleculares e, que orientou o percurso metodológico sob uma abordagem qualitativa do ensino, levando em consideração os conhecimentos que os estudantes trazem para a sala de aula. Os resultados obtidos mostraram a relevância da teoria ausubeliana para uma apreensão significativa dos conceitos essenciais para o processo de ensino-aprendizagem da Química.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Ensino de química. Sequência didática.

Modeling of molecular structures for a meaningful learning in stoichiometry

ABSTRACT

This work, which is part of a research, reports on the process experienced by the authors during the planning and execution of a lesson plan for the teaching of the stoichiometry theme of General Chemistry I, for undergraduate students of Engineering and Geology, Federal University of Amazonas -UFAM, based on David Ausubel's Significant Learning Theory. For that, a didactic sequence involving the representation of molecular structures was elaborated, and that guided the methodological course under a qualitative approach of teaching, taking into account the knowledge that students bring to the classroom. The results obtained showed the relevance of the Ausubelian theory for a significant apprehension of the essential concepts for the teaching-learning process of Chemistry.

Keywords: Meaningful learning. Chemistry teaching. Following teaching.

INTRODUÇÃO

O ensino e a aprendizagem de conceitos químicos requerem a utilização de estratégias que propiciem ao aprendiz apropriar-se de conhecimentos científicos que torne relevante a apreensão dos diversos conteúdos da Química e, conseqüentemente,

uma aprendizagem significativa à luz do que preceituam as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-OCNEM, a qual sugere a busca por novas formas de abordagens para o Ensino de Ciências e Química que tenham os estudantes como o foco principal do processo de ensino-aprendizagem, mas salientando que o professor deve ser o mediador do conhecimento a ser apresentado e, principalmente, aprendido, ou seja, o educando deve ser retirado de sua situação de mero espectador (BRASIL, 2006).

Além disso, quando se enfatiza que a aprendizagem precisa ser significada, com a finalidade de dar sentido ao que é aprendido, não se pode esquecer que, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), é extremamente importante considerar os saberes prévios que os discentes trazem consigo, e a partir destes, planejar quais e como serão aplicadas as estratégias de ensino que favoreçam um diálogo para com os novos conceitos das propostas pedagógicas (AUSUBEL et al., 1978).

Neste trabalho, que é parte de uma pesquisa maior, relatamos uma experiência vivida no Estágio Docência, do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), na disciplina Química Geral I, no tema Estequiometria, ministrada a 80 (oitenta) graduandos do primeiro período dos cursos de Engenharia (ENG) e Geologia (GEO), onde foi fundamental para o estudo o seguinte questionamento: *Como significar ou ressignificar conceitos químicos considerados essenciais para o processo de ensino-aprendizagem da estequiometria na sala de aula?* Diante dessa questão da pesquisa e, considerando o público alvo e o ambiente do estudo, depreendemos que a estratégia metodológica deveria estabelecer uma conexão entre a teoria e a prática pedagógica, neste caso, com o foco para uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados com o tema em estudo (AGUIAR, 2017).

Segundo Ausubel (1978) é essencial a interação de uma nova informação a um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, a um subsunçor, que é o ancoradouro de conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do discente.

“A essência do processo da aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para aprendizagem dessas ideias. Esse aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo.” (AUSUBEL, 1978, p. 41).

A reconstrução do conhecimento é um dos aspectos mais importantes do processo de ensino-aprendizagem e, para que essa reconstrução se constitua em uma aprendizagem significativa, o professor deve apresentar aos estudantes um material que seja atraente, potencialmente significativo e favoreça a motivação em aprender (predisposição do discente), bem como, continuar na busca de novos conhecimentos acerca do tema em estudo (AGUIAR, 2017). Logo, a aprendizagem do conteúdo estequiometria e, conseqüentemente os cálculos da quantidade de matéria em fenômenos químicos, dependem de uma interação didática entre o professor e o estudante, na medida em que cabe tanto a um quanto a outro, serem ativos no processo de construção do conhecimento a ser ensinado e adquirido (MOREIRA, 1999).

Visando dar maior embasamento ao trabalho, procuramos nos ancorar em estudos de outros autores (GIORDAN, 1999; CARDOSO; COLINVAUX, 2000; MIGLIATO-FILHO, 2005; PONTES et al., 2008; GUIMARÃES, 2009; SANTOS; SILVA, 2014; AGUIAR; CASTILHO, 2018) que tivessem vertentes inclinadas para aprendizagem significativa ou, que de alguma forma, defendessem teorias e práticas que pudessem ajudar na busca por metodologias alternativas e diferenciadas que diminuíssem as dificuldades de aprendizagem de conceitos, como por exemplo, os evidenciados no processo de ensino e aprendizagem da estequiometria e a quantificação da matéria, por meio dos cálculos estequiométricos.

Não poderíamos refinar nosso estudo sem considerar a abordagem do Ensino de Química no Brasil. Enquanto Ciência a Química tem sua maneira de analisar e explicar a natureza e, que fazendo uso de uma linguagem específica, tende a exigir certo grau de abstração para a compreensão de alguns conceitos ou fenômenos do cotidiano de um indivíduo (BRASIL, 2006).

Diante desse cenário, se fez premente, em consonância com as propostas curriculares da educação básica, o apoio de pressupostos teóricos que embasassem as estratégias e princípios metodológicos que conduziram o processo de ensino-aprendizagem da Química, sob um enfoque significativo para a apreensão de conceitos. Assim, justificou-se a nossa escolha pela TAS.

A teoria ausubeliana, amplamente difundida em diversos estudos em Educação, geralmente, tem mais abrangência em trabalhos envolvendo os estudantes dos níveis fundamental e médio da educação básica e, raramente é encontrada em bibliografias referentes ao nível universitário, porém este não se constituiu num empecilho para o desenvolvimento deste estudo. A observação aqui relatada se deu pelo simples fato de

se entender que um discente do curso de graduação superior, possivelmente, não demonstre dificuldades de aprendizagem como os estudantes dos demais níveis de escolaridade, ou ainda, que os universitários não apresentem tão claramente os sinais da desmotivação, tão comuns aos adolescentes do ensino médio.

Uma vez iniciada a etapa diagnóstica do estudo, um contexto de aprendizagem satisfatória ou de plena motivação, não foi o enredo encontrado no ambiente da pesquisa em questão, pelo contrário, a maioria dos graduandos se mostrou desmotivado e com dificuldades na disciplina Química, à luz do instrumento de coleta de dados, elaborado, exclusivamente, para verificar suas opiniões e expectativas sobre os conteúdos da Química Geral I, para o seu curso. A partir dessa constatação ficou evidente para os pesquisadores deste trabalho que a Aprendizagem Significativa (AS) poderia ser plenamente vinculada com o Ensino de Química (EQ), uma vez que ambos tinham como objetivos comuns, a promoção da autonomia do sujeito da aprendizagem; o desenvolvimento de competências e habilidades para construir, significar ou ressignificar o mundo, além de despertarem o interesse e a motivação do indivíduo cognoscente (BRASIL, 1998).

O instrumento inicial de coleta de dados (questionário) sinalizou dificuldades de aprendizagem de conceitos essenciais ao estudo do tema estequiometria como o de quantidade de matéria, a unidade o mol, equação química e balanceamento, conservação da matéria, reagente em excesso, reagente limitante, além dos relacionados às proporções e cálculos estequiométricos. Sendo assim, ficou evidente que as dificuldades, citadas anteriormente, possivelmente, tinham sua origem no ensino médio e, que seria necessária uma estratégia de ensino que trouxesse uma significação ou ressignificação conceitual para o tema.

O tema estequiometria, escolhido de forma não-aleatória, pois consta da matriz curricular dos cursos de graduação (ENG e GEO), é tido por professores e estudantes, em particular no ensino médio, como um conteúdo de difícil assimilação, face a complexidade dos conceitos químicos (quantidade de matéria e sua unidade o mol; constante de Avogadro; leis ponderais; reagente limitante e em excesso) que servem de requisitos essenciais para sua compreensão.

Algumas das literaturas existentes na área de estudo sobre a estequiometria (MIGLIATO-FILHO, 2005; COSTA; SOUZA, 2013; SANTOS; SILVA, 2013 e 2014) inferem sobre a necessidade da busca de estratégias metodológicas que possam facilitar a compreensão desses conceitos, de modo que, tanto o ensino quanto a aprendizagem do

tema, se mostrem mais significativos, uma vez que são aplicados ao longo de todo o conteúdo da Química. Partindo deste pressuposto, o trabalho de pesquisa foi direcionado para a aplicação de atividades que priorizassem a significação e/ou ressignificação de conceitos, partindo das proposições mais gerais e inclusivas do tema, primando por uma apresentação das novas ideias de modo progressivo, não fragmentadas, enriquecendo-as com detalhes e destacando suas especificidades acerca de cada situação-problema em estudo (MOREIRA; MASINI, 2006).

O direcionamento gradual dado às atividades, conforme referendado anteriormente, foi a forma mais adequada para implementar uma sequência de atividades que, além de integradoras dos conteúdos, servissem como organizadores prévios para que fossem explorados os conhecimentos já apreendidos pelos graduandos durante o ensino médio, considerando que estes não chegaram ao ensino superior desprovidos de algum aprendizado químico (MOREIRA; MASINI, 2006).

Sendo assim, foi elaborado um plano de ensino para a disciplina fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa-TAS, de David Ausubel, pois através dela os novos significados conceituais poderiam se ancorar em conhecimentos, possivelmente, adquiridos pelos discentes por ocasião do ensino médio e, culminar no aprendizado relevante do tema proposto. Para que fosse possível atingir os objetivos e alcançar os resultados esperados, foi elaborada uma sequência didática embasada em atividades experimentais, sob o viés construtivista, no qual a resolução de problemas seria uma tarefa desenvolvida em grupos, com a finalidade de construir um conhecimento pautado em interações entre os sujeitos e o objeto de estudo (COLL; SOLÉ, 2010).

METODOLOGIA

A investigação fora pautada na perspectiva qualitativa de pesquisa, cuja característica principal é a de instituir “*significado aos fenômenos e processos sociais*” (PÁDUA, 2004, p. 36), destacando ainda que, segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 16), neste tipo de abordagem é reconhecida a não-neutralidade do pesquisador e valoriza-se uma coleta de dados, fundamentada numa análise interpretativa.

O ponto de partida para o estabelecimento do plano de ensino e a definição das atividades experimentais da sequência didática, ocorreu através das dificuldades de aprendizagem exteriorizadas pelos educandos em análises teóricas e resolução de atividades relacionadas com a estrutura da matéria e suas transformações, grandezas físicas e unidades de medidas (os organizadores prévios) (MOREIRA; MASINI, 2006).

Os organizadores prévios, neste caso, serviram para preencher a lacuna entre os conhecimentos prévios de que dispunham os aprendizes e os novos conhecimentos que seriam necessários ao aprendizado significativo dos novos desafios a serem enfrentados no estudo da estequiometria.

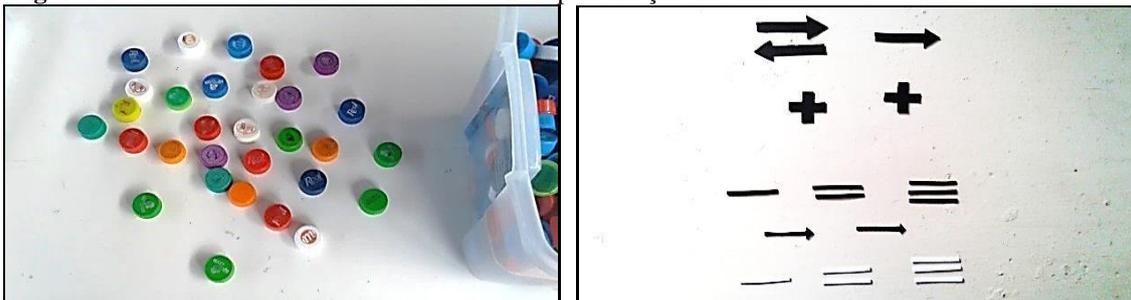
As atividades experimentais da sequência didática foram ordenadas de modo a garantir, paulatinamente, a compreensão de cada conteúdo, visando uma construção do conhecimento de forma organizada e sequencial dos assuntos, ou seja, promovendo uma vinculação de ideias. Com isso, haveria a possibilidade de um novo conceito se ancorar em outro preexistente (subsunção), e assim favorecer, *a priori*, uma das condições para a assimilação, caracterizada como a aprendizagem significativa subordinada.

A ordem da sequência didática foi organizada da seguinte forma:

- a) Pesagem de materiais: nessa atividade os objetivos foram trabalhar os algarismos significativos, regras de arredondamento, grandezas físicas, unidades de medida e as transformações de unidade;
- b) Representação de estruturas moleculares: a prática, nesse caso, foi precedida de uma pesagem de tampas de garrafas PET, coloridas, que seriam usadas para representar átomos de elementos químicos que, por sua vez, constituiriam estruturas moleculares, cuja representação ocorreria a partir de situação-problema apresentada aos graduandos (divididos em grupos).

Para efeito de elucidação do item “b”, ressaltamos que a situação em questão foi a de representar o processo da fotossíntese destacando, especialmente, a síntese da glicose e, em consequência, a representação da estrutura dessa substância na equação química da reação do fenômeno. Os materiais utilizados foram tampas coloridas de garrafas PET, conforme citado anteriormente, para simbolizar os átomos dos elementos químicos e, posteriormente, a estruturação da substância produto do fenômeno fotossintético e o E.V.A., na forma de elementos constituintes da equação química, conforme figuras a seguir.

Figuras 1 e 2 - Fotos dos materiais utilizados na representação das estruturas moleculares.



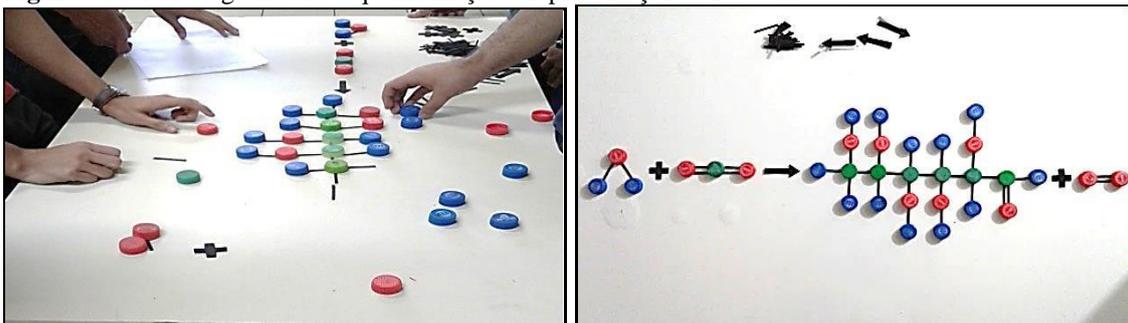
Fonte: Pesquisador.

Uma vez apresentados os materiais, os estudantes definiram a cor para cada elemento químico e passaram à pesagem de cada uma das tampas, cujos valores seriam utilizados para definir uma massa molar (fictícia) para a glicose, ou seja, não corresponderia ao valor real da massa molar da substância constante das literaturas, mas seria compatível com as atividades planejadas de cálculos estequiométricos que seriam realizados na mesma atividade pedagógica. Cabe ressaltar que a aplicação do termo fictícia, teve como intenção esclarecer que a massa do material (as tampas de garrafas) utilizado, não corresponderia à massa real da espécie química glicose, porém seria suficiente para demonstrar, por exemplo, a lei da conservação das massas, nas reações químicas.

Seguindo o percurso da atividade, após a verificação da massa de cada tampa, os discentes definiram a massa molar da glicose, levando em conta a quantidade de matéria necessária à sua síntese, a partir das substâncias dióxido de carbono (CO_2) e da água (H_2O) no processo da fotossíntese.

Posteriormente, os graduandos, após uma discussão em grupo, realizaram a representação da reação química proposta, através da sua equação química (inicialmente, não balanceada), utilizando os materiais disponibilizados (tampas de garrafas e E.V...), conforme figuras a seguir:

Figuras 3 e 4 - Fotografias da esquematização e representação da fotossíntese.

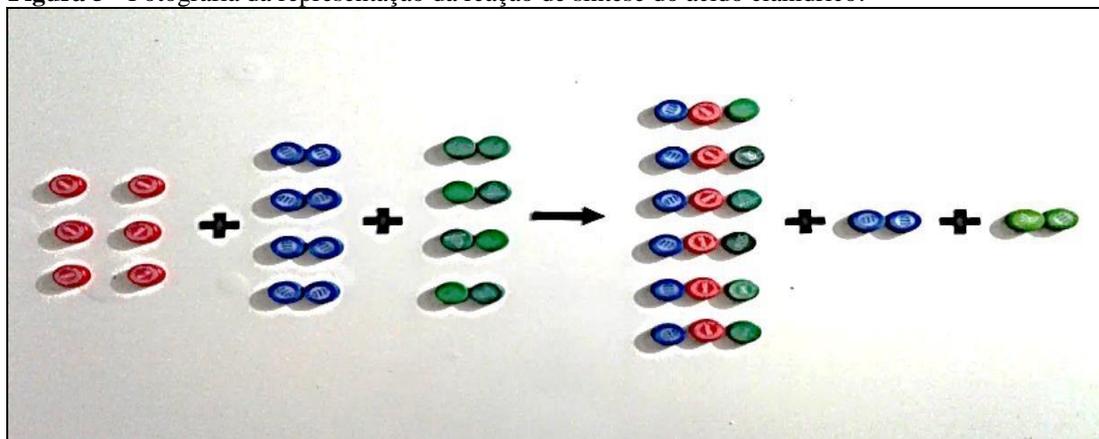


Fonte: Pesquisador.

Numa etapa antecedente ao final do estudo, os integrantes do grupo partiram para a resolução de problemas de cálculos estequiométricos, relativos à fotossíntese e outros temas como a poluição atmosférica, onde tiveram que aplicar os conhecimentos conceituais sobre quantidade de matéria, o mol, número de Avogadro, reagente limitante e reagente em excesso, sem o auxílio do material usado nas representações das estruturas moleculares.

No momento final do trabalho foram concitados a resolver uma atividade à qual denominamos de “*Desafio Estequiométrico*” e, autorizados a utilizar, caso necessário, o material como auxílio na definição dos reagentes limitante e em excesso, bem como, para a constatação de suas quantidades de matéria, como, por exemplo, na síntese do ácido cianídrico (HCN, representado pelas estruturas compostas por tampas azuis, vermelhas e verdes), a partir da reação entre o carbono (C, representado por tampas vermelhas), o gás hidrogênio (H₂, representado pelas estruturas em tampas azuis) e o gás nitrogênio (N₂, representados pelas estruturas em tampas verdes), conforme a figura a seguir, que também compunha a lista de atividades da sequência didática.

Figura 5 - Fotografia da representação da reação de síntese do ácido cianídrico.



Fonte: Pesquisador.

O percurso metodológico em todas as etapas de desenvolvimento foi marcado por pontos de atenção relevantes para o estudo, como por exemplo, as dificuldades de os estudantes em compreender as relações estequiométricas das reações químicas e, conseqüentemente, os cálculos matemáticos decorrentes dessas relações. Por sua vez, foi interessante perceber a superação de algumas dessas dificuldades, a partir do momento em que parte dos estudantes utilizou conhecimentos anteriores, como

os das ligações químicas na estruturação das substâncias, ampliando seus raciocínios lógico-matemáticos dos fenômenos químicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

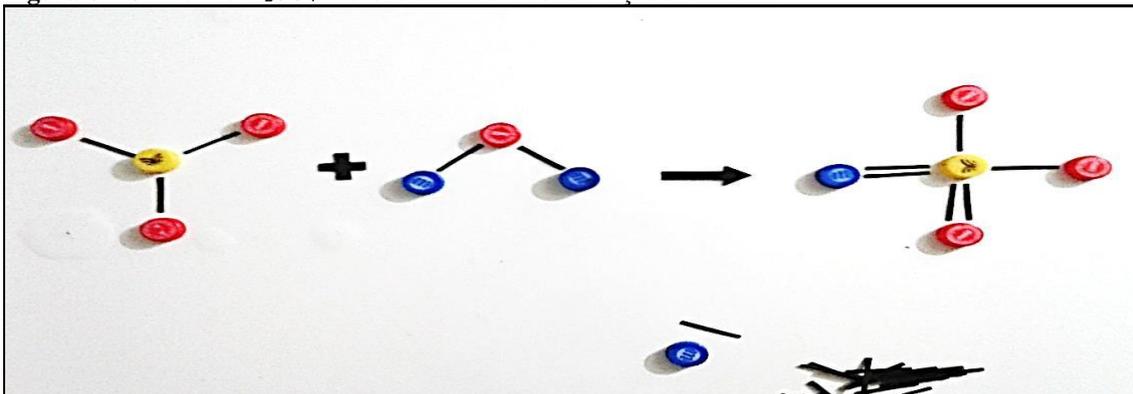
As estratégias de ensino aplicadas (sequência de atividades) na etapa inicial do estudo demonstraram que os discentes tinham dificuldades de aprendizagem de alguns dos conceitos químicos, essenciais ao aprendizado do tema estequiometria e, que estas, talvez, seriam oriundas de uma deficiência acerca do conhecimento químico sobre a matéria e suas transformações. Neste momento da pesquisa, os resultados sinalizaram que, em relação aos cálculos, aproximadamente, 60% dos estudantes haviam conseguido realizar as atividades envolvendo as relações de proporções, porém, apenas 25% conseguia explicar conceitualmente as relações estequiométricas estabelecidas na representação das equações químicas das reações com a quantidade de matéria das substâncias e enunciar as leis ponderais.

Dentre os erros conceituais e percepções dos estudantes identificados no início do estudo, destacamos os considerados essenciais para o ensino e aprendizagem da estequiometria:

- a) Quantidade de matéria – Apenas 25% dos estudantes de Engenharia e 15% dos estudantes de Geologia conseguiram afirmar que durante a combustão, num sistema fechado, aplicava-se a lei de conservação das massas.
- b) Unidade de quantidade de matéria (mol) – Somente 10% dos estudantes de Engenharia e 5% dos estudantes de Geologia, não relacionavam essa unidade com a massa de uma substância.
- c) Equação química – Apenas 30% dos graduandos de Engenharia e 25% dos de Geologia, identificavam uma equação química como uma representação simbólica das moléculas, considerando as suas proporções a nível submicroscópico.
- d) Coeficiente estequiométrico – 45% dos discentes de Engenharia e 50% dos de Geologia, estabeleciam uma relação correta dos coeficientes com a quantidade de matéria.
- e) Reagente limitante e reagente em excesso – Somente 25% dos graduandos dos dois cursos compreendia que o reagente limitante determinava o momento em que uma reação química cessava, enquanto que o em excesso era o que sobrava de uma reação.

Na representação das estruturas moleculares, alguns equívocos quanto à formulação das estruturas e seus aspectos conceituais ficaram evidentes. Houve o descumprimento da lei de conservação da matéria e das massas. Houve uma dificuldade em transitar entre o raciocínio matemático e o aspecto simbólico do fenômeno, conforme a figura a seguir, onde foi proposta a síntese do ácido sulfúrico (H_2SO_4), a partir da reação do trióxido de enxofre (SO_3) com a água (H_2O).

Figura 6 – Síntese do H_2SO_4 desconsiderando a conservação da matéria.



Fonte: Pesquisador.

Posteriormente, após a mediação do pesquisador, houve a mudança relevante nos resultados das representações, isto, talvez, devido às mudanças no comportamento dos discentes, que passaram a discutir e participar mais das construções moleculares e, cujo sucesso pode ser atribuído à aprendizagem significativa dos conceitos subjacentes à atividade experimental de representação de moléculas, pois já dispunham de um conhecimento prévio decorrente dos equívocos do primeiro momento. Situações, até então inusitadas, mereceram a atenção dos pesquisadores durante as discussões entre os participantes de um dos grupos, que fazia a representação estrutural da glicose, onde um estudante proferiu o seguinte comentário:

“Na construção da molécula de glicose, a hidroxila tem que ficar nessa posição devido à tensão que causa na estrutura molecular”.

Esse comentário, inesperado, trouxe para o estudo uma evidência dos conhecimentos que esse integrante dispunha e, que seria extremamente importante para a atividade de representação, já que estavam procurando obter sucesso no processo, salientando que o comentário só foi possível porque os discentes puderam manifestar

seus conhecimentos e habilidades, permitidas pela atividade de estruturação das espécies químicas propostas para o estudo.

Essa evidência veio corroborar com as condições necessárias para a aprendizagem significativa que, de acordo com Ausubel (1978), só é possível quando se leva em conta o conhecimento que o discente traz consigo (subsunçor), aliado ao material potencialmente significativo (representação das estruturas) e a predisposição do estudante em aprender (motivação e interesse).

Cabe ainda destacar que conceitos como o de reagente limitante e reagente em excesso, a partir da representação de estruturas moleculares, como no caso do desafio estequiométrico, puderam ter uma nova significação para os graduandos, pois até então, suas concepções inferiam que, o reagente limitante, por exemplo, estaria relacionado com a substância que apresentava a menor quantidade de matéria, enquanto que o em excesso a maior quantidade.

Ainda sobre a execução da atividade de representação das estruturas moleculares, algumas outras falas dos estudantes em nosso instrumento de coleta de dados, merecem aqui ser registradas, para que sirvam como reflexão à prática docente desenvolvida nas instituições escolares, sejam elas públicas ou privadas e, independentemente, dos níveis de escolaridade que oferecem à sociedade.

“Visualizando como ocorre o processo, entender o que acontece se torna mais fácil e prático. Logo, facilita a resolução do problema”.

“O auxílio visual facilitou a verificação do balanceamento e da conservação da matéria”.

“No começo a gente se atrapalhou um pouco mais depois conforme o grupo conversava as coisas iam ficando mais simples de aprender”.

“Se lá no ensino médio o professor ensinasse desse jeito eu não chegaria aqui com tanta dificuldade na estequiometria. Aprendi aqui em pouco tempo o eu não aprendi lá”.

“Eu nunca pensei que aprenderia Química usando emborrachado e tampa de garrafa descartável”.

“Dessa forma se torna mais fácil perceber a quantidade de matéria antes e depois da reação e como reagem”.

“Principalmente após acertar as proporções entre as entradas e a saída, achar o reagente limitante e o em excesso foi imediato”.

“Essa ideia de usar as tampas de garrafa para fazer os modelos [Sic] vai me ajudar estudar para a prova de estequiometria em casa”.

“Posso dizer que assim aprendi com outro significado para as questões de química”.

Com essas falas dos estudantes, ficou demonstrado que as atividades de representação das estruturas moleculares foram muito importantes estratégias de motivação e prazer no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos implícitos no estudo da estequiometria. Não se pode deixar de dizer que foram de reflexão, pois alguns se reportaram às suas épocas do ensino médio, afirmando que o processo teria promovido uma melhor aprendizagem do tema.

Resultados semelhantes foram obtidos por Migliato-Filho (2005), cujo trabalho deu ênfase aos mesmos conceitos químicos, relativos ao mesmo tema da pesquisa que realizamos e, observando o quadro das falas, no trabalho do autor supracitado, foi possível concluir que a estratégia aplicada em nosso estudo, ainda que tenha utilizado um material alternativo ou de baixo custo, propiciou aos discentes as mesmas condições para uma aprendizagem significativa.

A atividade final, o *“Desafio Estequiométrico”*, foi realizado com o intuito de coletar dados que sinalizassem uma evolução no processo de aprendizagem dos conceitos e possíveis mudanças nas percepções dos estudantes com relação à matéria e as suas transformações. Os dados a que nos referimos, trouxeram os seguintes resultados:

- a) Quantidade de matéria – O percentual de graduandos que passaram a aplicar corretamente a lei de conservação das massas subiu para 65% na Engenharia e 60% na Geologia.
- b) Unidade de quantidade de matéria (mol) – A quantidade estudantes que não relacionavam a unidade da grandeza à massa de uma substância passou para 50%, tanto na Engenharia, quanto na Geologia.

- c) Equação química – Os graduandos de Engenharia e de Geologia chegaram, respectivamente, a 70% e 75%, no entendimento de que a equação química representa simbolicamente as moléculas e suas proporções em uma reação.
- d) Coeficiente estequiométrico – 65% dos discentes de Engenharia e 70% dos de Geologia, passaram a estabelecer a correta relação entre os coeficientes e a quantidade de matéria na equação química.
- e) Reagente limitante e reagente em excesso – 65% dos graduandos da Engenharia e 75% da Geologia passaram a conceber que o reagente limitante determinava o final da reação e, além disso, compreenderam que a menor ou maior quantidade de matéria de uma substância em uma reação, não seria um critério adequado para definir o reagente limitante e o reagente em excesso.

Esses dados finais sinalizaram, em comparação com os iniciais, que, possivelmente, ocorreu à aprendizagem significativa dos conceitos e relevantes mudanças dos estudantes em relação à interpretação dos fenômenos químicos a nível submicroscópico. Cabe dar relevância à proposta do trabalho em grupo, onde os estudantes participaram ativamente das discussões para alcançar os objetivos das construções das estruturas moleculares da atividade de modelagem, evidenciando que o planejamento dessa estratégia para nosso estudo contribuiu significativamente para com o processo de ensino-aprendizagem da estequiometria, bem como, na execução dos cálculos matemáticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho procuramos descrever uma experiência vivida na elaboração e execução de plano de aula de ensino de Química Geral I, para estudantes de graduação em Engenharia e Geologia da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, por ocasião de o Estágio Docência do curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Consideramos que os resultados obtidos naquela oportunidade sinalizaram a importância de se partir dos conhecimentos prévios dos discentes para realizar o planejamento de ensino, pois possibilitou estabelecer uma conexão entre o que o aprendiz já sabia e o novo conhecimento.

Ao evocar conhecimentos anteriores para a resolução de novos desafios propostos, fica evidente a presença dos preceitos elencados na TAS, destacando a relevância das atividades da sequência didática para que fosse alcançada a

aprendizagem e, foi importante referir que, o uso das estratégias metodológicas aplicadas couberam, com a mesma eficácia, no ensino universitário, do mesmo modo que acontece nos níveis fundamental e médio.

É importante ressaltar que as discussões entre os discentes durante as atividades na sala de aula foram primordiais para o início de uma aprendizagem significativa em relação aos conceitos essenciais ao estudo da estequiometria, como também para os que não eram objetos deste estudo como, por exemplo, quanto às ligações químicas, geometria e estabilidade das moléculas.

Cabe ressaltar ainda que a realização de atividades práticas na sala de aula, é possível em qualquer espaço escolar, seja este de nível fundamental, médio ou superior, público ou privado, não se justificando retóricas tradicionais de falta de laboratórios e/ou materiais para o desenvolvimento da experimentação, conforme o demonstrado neste trabalho, sendo fundamental que o professor planeje e prepare sua aplicação com critérios que objetivem o processo formativo dos discentes em consonância com as experiências, expectativas e realidade em que vivem.

Depreende-se desta pesquisa que há muito ainda a se explorar sobre a Aprendizagem Significativa (AS), e que este pode ter sido o ponto de partida para estudos mais aprofundados que possam, inclusive, se estender para a utilização de outras estratégias que se embasem nesta teoria de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E. P. **Contribuições da contextualização e modelagem sob o enfoque simbólico-matemático no processo de ensino-aprendizagem da estequiometria.** 2017. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

AGUIAR, C. E. P.; DE CASTILHO, R. B. **A aprendizagem conceitual acerca da condutividade elétrica das substâncias através de habilidades desenvolvidas pela experimentação.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2017, Florianópolis. **Anais...** UFSC: Florianópolis, 2018.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HASENIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view.** 2. ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação.** Porto: Porto Editora, 1994, p. 16.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio.** Conselho Nacional de Educação. Brasília, DF: MEC/CNE, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares nacionais para o ensino médio.** Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: MEC/SEB, 2006. v. 2

- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química, **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.
- COLL, C.; SOLÉ, I. Os professores e a concepção construtivista. In: **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo, 6. ed. São Paulo: Ática, p. 9-28, 2010.
- COSTA, A. A. F.; SOUZA, J. R. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, p. 106-116, 2013.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- MIGLIATO-FILHO, J. R. **Utilização de modelos moleculares no ensino de estequiometria para alunos do ensino médio**. 2005. 125 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1999.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia**: abordagem teórica e prática. 10. ed. Campinas: Papirus, 2004, p. 36.
- PONTES, A. N. et al. O ensino de química no ensino médio: um olhar a respeito da motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: UFPR, 2008.
- SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. **Girona**, p. 3205-3210, 2013.
- SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 1, p. 133-152, 2014.