



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio

Experimental Activity as Proposal for Training of Meaningful Learning in the Topic of Study of Solutions in High School

Francisco Alberto Saraiva¹; Ana Karine Portela Vasconcelos²; Josiel Albino Lima³; Caroline de Goes Sampaio⁴

RESUMO

Como parte da dissertação em Ensino de Ciências e Matemática (ECM), o presente artigo investiga especificamente, indícios de Aprendizagem Significativa (AS) no ensino e aprendizagem em Química no tópico Estudo de Soluções (ES) adotando Atividade Experimental (AE). Para coleta de dados, foram aplicadas questões após as aulas teóricas e atividade experimental a estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Ceará. A análise dos dados leva a concluir que a AE, na abordagem do tópico de ES, contribui para aprendizagem significativa, pois os estudantes apresentaram evolução em suas respostas.

Palavras-chave: *aprendizagem significativa; ensino e aprendizagem em Química; atividade experimental.*

ABSTRACT

As part of the dissertation in Teaching Science and Mathematics (ECM), this article specifically investigates Signs of Significant Learning (AS) in teaching and learning in Chemistry in the topic of Study of Solutions (ES) adopting Experimental Activity (AE). For data collection, questions were applied after theoretical classes and experimental activity for students in the 2nd year of High School of a public school in Ceará. The analysis of the data leads to the conclusion that the AE in the approach to the topic of ES, contributes to meaningful learning, inasmuch as the students showed evolution in their answers.

Keywords: *meaningful learning; teaching and learning in chemistry; experimental activity.*

1. INTRODUÇÃO

A educação atual requer que o cidadão tenha avanços científicos e tecnológicos resultantes das transformações em todas as áreas do conhecimento. Segundo Silva e Schirlo (2014), essas mudanças devem acontecer na construção de conhecimentos para que o auxilie no desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Neste sentido, na literatura pesquisada, é perceptível a necessidade de buscar metodologias que melhorem o Ensino de Ciências, em particular o de Química, permitindo contribuir com a alfabetização

¹ IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza/CE – Brasil.

² IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Aracati /CE – Brasil.

³ IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza/CE – Brasil.

⁴ IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Maracanaú/CE – Brasil.

científica do estudante proporcionando a este se desenvolver como cidadão capaz de entender e se incluir no mundo globalizado com mais consciência do seu papel na sociedade.

Assim, fomentam-se múltiplas teorias que contemplam a aprendizagem dos conhecimentos científicos com vista na psicologia cognitivista, que tem como preocupação, o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição (MOREIRA e MASINI, 2006).

Muitos conceitos científicos apresentam um caráter abstrato e quando estes são abordados no Ensino Médio, a maioria dos estudantes apresenta dificuldades de compreendê-los. Segundo Paz et al. (2010), aponta para a metodologia de abordagem dos conteúdos adotada em muitas escolas, que incentiva apenas a memorização (fatos, símbolos, nomes, fórmulas e equações), deixando em segundo plano fatores que possam facilitar positivamente a construção do conhecimento científico e sua aplicação química no cotidiano.

Assim, o Ensino de Química necessita abrir portas e cruzar fronteiras para não mais privilegiar apenas a memorização, mas sim, adoção de conhecimentos e representações que estabeleçam um elo entre o seu contexto e sua finalidade. Nesse aspecto, os professores de Química são desafiados a buscar melhorias na condução de suas práticas pedagógicas com intuito de estabelecer significado para consolidação do conteúdo explorado.

A Química, como Ciência experimental, possibilita o uso de atividades experimentais (AE), podendo ser um recurso ou ferramenta didática para facilitar o conhecimento do conteúdo teórico e sua relação com fatos que acontecem na natureza. No entanto, segundo Galiazzi et al. (2001), os professores utilizam essa metodologia com pouca frequência, mesmo acreditando que por meio dela, pode-se transformar o Ensino de Ciências. Para Bassoli (2014), são muitas as razões que levam os professores a não fazer uma atividade experimental. Tais como: insegurança, falta de apoio pedagógico e a infraestrutura das escolas que não favorecem a atividade. Apesar dessas situações, é possível planejar e desenvolver atividades experimentais utilizando materiais acessíveis no cotidiano do estudante (Vitamina C e Simeticona) e que traduzam as mesmas informações previstas no conteúdo teórico abordado.

Os estudantes do Ensino Médio, em especial os das escolas públicas, demonstram muitas dificuldades de aprendizagem nos conteúdos abordados na disciplina de Química, principalmente em Físico-Química, pois a compreensão e resolução de questões exigem dos mesmos a capacidade de interpretação e desenvolvimento matemático das questões (SILVA; LOPES e RUBEM 2014).

No tópico de Estudo de Soluções (ES), observa-se que os estudantes apresentam muitas dificuldades em relacionar o conceito teórico e sua aplicação na resolução de questões problemas. Silva (2011) destaca que muitos não conseguem identificar as grandezas como parte de unidades de medidas de concentração de uma solução. Nessa situação, o professor pode atuar na busca de uma metodologia capaz de organizar o pensamento e desenvolver a aprendizagem de forma relevante, relacionando-a com o cotidiano dos alunos.

Tal tópico apresenta em sua abordagem epistemológica - dissolução, soluto, solvente - habilidades e competências que necessitam de conhecimentos prévios em matemática básica por parte dos estudantes, como: relacionar as unidades de medidas, suas equivalências e as quatro operações matemáticas, além da regra de três e da notação científica.

Nesse contexto, a pesquisa pretende investigar as contribuições de AE para aprendizagem significativa do tópico ES para estudantes do 2º ano do Ensino Médio, por considerar que essa aprendizagem necessita de conhecimentos prévios incorporados na estrutura cognitiva do estudante.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

Conhecida também por teoria da assimilação, proposta por David Paul Ausubel, Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma teoria cognitivista a qual procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento (AUSUBEL, 1963). Assim, a aquisição de novos conhecimentos não se dá pela quantidade de informações recebidas, mas pelo encontro entre um material potencialmente significativo com subsunçores na estrutura cognitiva do estudante.

Portanto, Masini (2011) alerta que a TAS visualiza a educação de forma holística e indissociável, e aprecia as relações:

[...] do homem com o mundo que o cerca (estudante-comunidade); de quem ensina com aquele que aprende (professor-estudante); do compreender de quem ensina com o compreender de quem aprende (conhecimento prévio-subsunçor); do conteúdo a ser ensinado com o que aquele que aprende já conhece (potencialidade do conteúdo - subsunçor específico); do que se propõe ensinar com as condições de quem vai aprender – seus interesses, nível de elaboração, representações e conceitos disponíveis nessa programação de ensino (contrato didático). (MASINI, 2011, p. 17).

Masini (2011) considera ainda que na TAS, a estrutura cognitiva do estudante envolve as características mais particulares intrínsecas do sujeito, como a individualidade e a capacidade de compreender, refletir e decidir as relações do processo envolvido.

A TAS rompe o paradigma de que o estudante é uma máquina pronta para receber as informações do professor. Ela aponta a necessidade do apoderamento por parte dos docentes de ferramentas que acelerem o processo criativo de forma a desmistificar a educação e diversificar a aprendizagem (PELIZZARI et al., 2002).

A estrutura cognitiva utilizada por Ausubel, significa um conjunto total de ideias que o indivíduo tem sobre uma determinada área do conhecimento e é nessa estrutura que ocorrem os processos de organização e integração de novos conhecimentos (MOREIRA e MASINI, 2006). Assim, quando uma série de informações é apresentada ao estudante, há a interação com sua estrutura de conhecimento específica, o que Ausubel denominou de subsunçor (PELIZZARI et al., 2002).

Na sala de aula, a TAS se concretiza quando o conteúdo apresentado pelo professor consegue ancorar-se a um conceito relevante de subsunçor que o estudante já tenha em sua estrutura cognitiva. Isso evidencia que o professor deve ficar atento ao conhecimento prévio de seus discentes, pois assim, à medida que outras informações lhes forem expostas, os mesmos conseguirão assimilar e reestruturar seu conhecimento (PELIZZARI et al., 2002).

Partindo do princípio de que a estrutura do estudante não é algo estático, mas se encontra em constante modificação ao assimilar novos conhecimentos, a estrutura cognitiva se desenvolve de forma organizada, buscando um nível de patamar mais evoluído, com novas possibilidades para assimilação e ampliação de novos conhecimentos (FREZZA e MARQUES, 2009).

A aprendizagem, para os estudantes, deve ser um processo envolvente, priorizando a construção, modificação, enriquecimento e diversificação de esquemas do conhecimento já internalizados a respeito de diferentes conteúdos, a partir do significado e do sentido que pode atribuir a esses conteúdos e ao próprio fato de estar aprendendo (ROCHA, 2007).

Coll (2002) entende que para ocorrer Aprendizagem Significativa (AS) é fundamental relacionar a construção de significados para o processo de ensino e aprendizagem. À medida que o estudante aprende um conteúdo, observa uma explicação, realiza um procedimento e consegue atribuir-lhe significados. Quando não ocorre atribuição de significados, a aprendizagem torna-se memorística, reduzindo-a uma repetição de informações ou de conteúdo. Pelizzari et al., (2002) ratifica que as duas condições para haver AS são:

[...] em primeiro lugar, o estudante precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Segundo: se considera as tentativas do desenvolvimento do conteúdo com caráter potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Portanto, o estudante faz uma distinção dos conteúdos que possa traduzir significados ou não para si mesmo. (PELIZZARI et al., 2002, p. 38).

Além de querer aprender e do material com potencial significativo, para Moreira (2011a, p. 54), “o conhecimento prévio é a variável isolada que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos”.

As formas de processamentos da AS podem ocorrer por descoberta ou por recepção. Na primeira, o estudante aprende sozinho, assim ele deve descobrir algum princípio, relação, lei, o que pode acontecer durante a solução de um problema; enquanto que por recepção, o estudante, recebe a informação pronta e o seu trabalho consiste em atuar ativamente sobre esse material, com intuito de relacioná-lo à ideias relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2000). Vale enfatizar que na aprendizagem receptiva, o estudante não é considerado um ser passivo, mas exige dele muita “atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2012).

Diferente da AS, a aprendizagem mecânica é a aquisição de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva e ocorre de forma arbitrária, sem relacionamento com os subsunçores específicos (AUSUBEL, 1968).

Deve-se considerar a necessidade de se adquirir uma aprendizagem mecânica por um indivíduo, que não tinha nenhuma informação prévia em determinada área de conhecimento. À medida que as novas informações adquirem relevância de conhecimentos numa mesma área da estrutura cognitiva, surgem os subsunçores, de forma pouco elaborados, ao passo que a aprendizagem evolui de forma significativa, os subsunçores tornam-se mais elaborados e com capacidade de ancorar novas informações (MOREIRA e MASINI, 2006). Portanto, a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica ocorrem continuamente ou em paralelo. Não é possível separá-las ou individualizá-las.

As principais formas de aprendizagem significativa são descritas por Moreira (2012) como:

Subordinada: ocorre quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

Superordenada: envolve processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos.

Combinatória: atribui significados a um novo conhecimento implicando interação com vários outros conhecimentos já existente na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. (MOREIRA, 2012, p. 14).

Moreira (2012) considera os tipos de aprendizagem como:

Representacional: ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa.

Conceitual: o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível.

Proposicional: implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos. (MOREIRA, 2012, p. 16).

Vale ressaltar que a Aprendizagem Significativa do tipo representacional é a mais utilizada no Ensino de Ciências, particularmente no Ensino de Química.

2.2. O Ensino de Química

A complexidade do mundo no século XXI não permite mais que o Ensino Médio seja apenas preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ou qualquer seleção. Ele exige que o estudante se posicione, julgue, tome decisões e seja responsabilizado por isso (SANTOS e MALDANER, 2010; BRASIL, 2006). Nesse contexto, a disciplina de Química, no Ensino Médio, favorece o processo de desenvolvimento científico e tecnológico, tornando-o significativo.

O processo de compreensão do conhecimento químico envolve três diferentes níveis de representação: macroscópico (observação dos fenômenos), microscópico (o processo químico é explicado pelo arranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas) e simbólico (expresso por símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas) (JOHNSTONE, 1993).

Para Damasceno, Brito e Wartha (2008), as representações mentais como fórmulas e equações químicas podem ser mediadoras para o conhecimento químico. Para se atingir o êxito no ensino e aprendizagem, a atuação do professor para mediar a relação de tal simbologia com algo representativo para o estudante é fundamental, promovendo, desse modo, a compreensão a representação em escala microscópica e macroscópica.

A qualidade da aprendizagem em Química é influenciada pela diversidade das características que constituem as salas de aulas, onde os estudantes apresentam dificuldades e distúrbios de ordem cognitivas e transversais. Para Nutti (2002), as dificuldades relacionam fatores psicopedagógicos e/ou socioculturais. Além de distúrbios que estão mais vinculados ao estudante no seu comprometimento neurológico. Nesse aspecto, Trindade (2011) propõe estimular o estudante a aprender, propondo a si mesmo situações-problema desafiadoras, que busque a compreensão e possíveis soluções e, assim, participe ativamente da construção do próprio conhecimento.

A metodologia usada pelos professores também deve ser considerada como um dos fatores mais importantes e que influencia diretamente no processo de ensino e de aprendizagem de Química

(DUARTE et al., 2010). Nesse sentido, é fundamental a disposição do professor para se capacitar, buscar formação continuada, conhecer outras variedades de metodologias, assim ele poderá escolher qual mais se adequa ao seu público alvo, para motivá-lo e torná-lo sujeito ativo no processo de ensino.

O uso dessas novas metodologias possibilita ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar esse conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a diminuição da qualidade de vida (CARDOSO e COLINVAUX, 2000).

Frezza e Marques (2009) consideram que:

[...] para este conhecimento ser construído pelo estudante são necessárias estruturas capazes de assimilá-lo. Caso contrário, o novo não será significativo para o estudante, conseqüentemente não será assimilado pela estrutura. Se for significativo, a estrutura sofrerá uma perturbação e, procurando retomar o equilíbrio, a estrutura se reorganiza e evolui para um novo patamar de conhecimento (FREZZA e MARQUES, 2009, p. 281).

Muitos conceitos apresentados na disciplina de Química, como por exemplo, o Estudo de Soluções, são tão abstratos que se tornam difíceis de estabelecer uma relação entre o cotidiano do estudante e o assunto abordado, podendo levar ao desinteresse natural ou até mesmo à aversão à disciplina. Para minimizar essa dificuldade, Oliveira (2012) aponta a necessidade da contextualização ligada a vivência do estudante, a fim de desenvolver um conhecimento significativo e minimizando possíveis barreiras entre o estudante e a disciplina.

Nesse processo, os tópicos conceituais de Química, no Ensino Médio, devem considerar todos os discursos que rondam a sala de aula. Reconhecendo o conhecimento elaborado pelo estudante, o conhecimento contido no livro didático, o conhecimento contido na fala do professor e na tradição dos meios de comunicação e nas atividades experimentais (VIEIRA, 2012).

2.3. Atividades Experimentais

Na década de 2000 a 2010, o número de pesquisas relacionadas ao impacto das atividades experimentais para o Ensino de Ciências aumentou consideravelmente, principalmente no Ensino da Química. Tal fato, pode ser verificado pelas buscas em artigos, livros, dissertações e teses publicadas (nacional e internacionalmente), que serviram de base de estruturação desta pesquisa.

Pode-se citar as pesquisas de Hodson (1994), Lobo (2012), Campos e Nigro (1999), Fourez (2003), Bassoli (2014), Teixeira (2014), que consideram a importância da AE como ferramenta facilitadora para abordagem dos conteúdos científicos. Deve-se levar em consideração qual o propósito adotado pelos professores na utilização da AE e qual a melhor forma de utilizá-la.

Assim, entende-se que as AE devem ser planejadas considerando tanto as características do espaço físico disposto para sua realização como a dos estudantes envolvidos nesse processo. Segundo Campos e Nigro (1999) a AE pode ser do tipo:

Ilustrativas - são atividades que os estudantes podem realizar por si mesmos.

Descritivas - o estudante realiza e não são obrigatoriamente dirigidas o tempo todo pelo professor, e não implica na realização de testes de hipóteses.

Demonstrativas - são realizadas pelo professor, às quais o estudante assiste sem poder intervir, possibilitando um maior contato com fenômenos já conhecidos, equipamentos, instrumentos.

Investigativas - exigem grande atividade do estudante durante sua execução. Difere das outras por envolverem obrigatoriamente discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las. (CAMPOS e NIGRO, 1999, p. 151).

Para Fourez (2003, p. 118), "o objetivo das atividades experimentais não é, portanto, o de fazer experiências, mas o de construir e saber se servir de representações adequadas, testadas e padronizadas das situações em que agimos". Para isso, deve-se planejar a AE disponibilizando um tempo para discussões, momento em que os estudantes poderão expor suas dúvidas e o professor atuará como mediador para enriquecer o debate e levar a conclusões mais amadurecidas (TEIXEIRA, 2014).

Para elaboração da AE deve-se considerar três aspectos: a proposta do experimento; o procedimento do experimento e os resultados obtidos. Esses devem influenciar na compreensão do método científico, aumentar a motivação dos estudantes e ensinar-lhes tarefas manipulativas e contribuir para a aprendizagem dos conceitos científicos através das discussões e debates sobre os resultados obtidos (HODSON, 1985, apud LOBO, 2012).

Nesse sentido, Rosa e Rosa (2012), afirmam que AE compreende três etapas: pré-experimental, experimental e pós-experimental, sendo as etapas anterior e posterior as que requerem maior atenção, pois surgem condições propícias à interação entre professor e estudante.

Nesta perspectiva, propõe-se uma metodologia capaz de equacionar os principais aspectos da AS, o Ensino de Química e o uso de atividades experimentais no ES, já que é fundamental a aprendizagem desse tópico para compreensão de outros conceitos químicos, como por exemplo: cinética e reações químicas, propriedades das funções inorgânicas, propriedades coligativas, como também soluções presentes no cotidiano dos estudantes como medicamentos, sucos e refrigerantes.

3. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa apresenta um cunho qualitativo caracterizada pelo estudo de caso. Alves-Mazzotti (2006) entende que este tipo de pesquisa: "[...] constitui uma investigação de uma unidade específica, situada em seu contexto, selecionada segundo critérios predeterminados e, utilizando múltiplas fontes de dados, que se propõe a oferecer uma visão holística do fenômeno estudado" (ALVES-MAZZOTTI, 2006, p. 650).

Ainda segundo Moreira (2011b) este tipo de pesquisa busca:

[...] entender um caso, para compreender e descobrir como as coisas ocorrem e por que ocorrem, para talvez prever algo a partir de um único exemplo ou para obter indicadores que possam ser usados em outros estudos, é necessário uma profunda análise das interdependências das partes e dos padrões que emergem. (MOREIRA, 2011b, p. 86).

2.3. Coleta de dados

Para coleta de dados, foram planejadas e aplicadas aulas sobre o assunto, com carga de 14 horas/aulas para uma turma com 45 estudantes matriculados, no 2º Ano Ensino Médio na Escola de Ensino Médio pertencente à rede pública do Ceará, no município de Eusébio.

As aulas foram aplicadas no período de 11 de agosto a 15 setembro de 2016, divididas em 4 encontros chamados de "momentos".

- Primeiro momento: O pesquisador reuniu-se com a professora da turma para a explanação sobre a pesquisa e escolheram a turma do 2º ano C do Ensino Médio para o desenvolvimento, pela mesma apresentar menor rendimento de aprendizagem ao longo do ano letivo comparado as demais turmas (A e B). Combinou-se que a professora desenvolveria o conteúdo teórico com a turma e o pesquisador aplicaria as atividades experimentais.

Por ser uma pesquisa que envolveu seres humanos, procurou-se atender exigências do Comitê de Ética em Pesquisa (CEM), conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Na ocasião do primeiro momento, foi enviado aos pais dos estudantes participantes da pesquisa um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, solicitando a autorização dos mesmos e esclarecendo aspectos relativos à concretização da pesquisa.

- Segundo momento: O pesquisador acompanhou a professora em exercício no desenvolvimento do conteúdo teórico (Soluções) junto aos estudantes, utilizando os recursos disponíveis na sala de aula (quadro e pincel). Logo após, a mesma resolveu dois exercícios com os estudantes para fixação das informações passadas na teoria. Em seguida, solicitou-se aos estudantes a resolução individual de uma questão (QP1) sugerida pelo pesquisador. Coletou-se as respostas da QP1 de 29 estudantes presentes, sendo considerado somente estes como elementos fornecedores de dados para pesquisa.

Questão Problema (QP1)

(VUNESP-2006-modificada) Uma pastilha contendo 500 mg de ácido ascórbico (vitamina C) foi dissolvida em água num copo até atingir a marca de 200 mL, obtendo uma mistura homogênea. Conforme o conteúdo estudado em sala de aula, informe:

- a) Qual o soluto dessa mistura?
- b) Qual o solvente dessa mistura?
- c) A mistura obtida pode ser classificada como uma solução? Justifique?

Figura 1. Questão aplicada pós- aula teórica (adaptado VUNESP, 2006). **Fonte:** Autores (2016).

- Terceiro momento: Os estudantes presentes na turma foram divididos em dois grupos, sendo denominados de Grupo 1 (G1) e Grupo 2 (G2). Os estudantes do G1 foram para o Laboratório Educacional de Ciências (LEC) realizar a AE com o pesquisador. O G2 ficou estudando o conteúdo teórico planejado pela professora.

A AE proposta nesta pesquisa é ratificada pela atividade experimental investigativa que segundo Bassoli (2014, p. 583) baseia-se na “problematização, elaboração e teste de hipóteses e, imprescindivelmente, na experimentação”. Ainda para o autor esses tipos de atividades estimulam a “interatividade intelectual, física e social, contribuindo assim, para a formação de conceitos”.

A aula no LEC iniciou com a entrega para cada estudante de uma lauda que continha as normas de segurança necessárias no LEC, o objetivo da AE, os reagentes, vidrarias, equipamentos utilizados bem como um roteiro-guia desenvolvido especificamente para esta pesquisa, contemplando a preparação de uma solução a partir de uma dada concentração. A utilização de um roteiro-guia baseia-se na necessidade dos estudantes organizarem as informações apresentadas na teoria e pela inexperiência que os mesmos têm com atividades no LEC.

O pesquisador realizou leitura das normas de segurança, esclarecendo uma por uma, bem como os objetivos da AE apresentando aos estudantes os equipamentos, vidrarias e reagentes dispostos na banca. Continuou-se a leitura para o procedimento de preparação da solução.

Para uma melhor condução da AE, os estudantes foram separados em subgrupos com quatro integrantes. A escolha dos integrantes de um subgrupo é um momento delicado. Portanto, de início foi privilegiado a afinidade entre os mesmos. Para completar os subgrupos restantes, foi realizado convite aos demais, que foi aceito de comum acordo.

Atividades grupais requerem planejamento e responsabilidades compartilhados, comprometimento, saber ouvir, favorecem a inteligência intrapessoal e interpessoal, além de contribuírem com o desenvolvimento e a indicação de lideranças; como ato social, a aprendizagem em grupo requer a mediação para acompanhar o processo e os grupos, propiciando que todos desenvolvam habilidades e atitudes de representatividade. (BULEGON e MUSSOI, 2014, p. 69).

Aproveitando o ensejo, o pesquisador alertou para cada integrante realizar suas anotações, pois a correção seria aplicada de forma individual, com o propósito de avaliar as habilidades e atitudes dos mesmos.

Dando continuidade à aula, o pesquisador solicitou aos estudantes que preparassem a solução conforme descrito no roteiro-guia. Conforme surgiam dúvidas do manuseio ou de informações necessárias para realizar o procedimento sugerido, o pesquisador intervia dialogando e esclarecendo, sempre objetivando ultrapassar as barreiras apresentadas pelos estudantes e proporcionando condições para continuar a desenvolver a tarefa. Corroborando com Freire (2002, p.52) quando disserta que "saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção".

Essa intervenção busca promover o diálogo entre professor e estudante e fortalecer a relação dos pares. Do mesmo modo, Haydt (1995) entende que:

[...] a atitude dialógica no processo ensino-aprendizagem é aquela que parte de uma questão problematizada, para desencadear o diálogo, no qual o professor transmite o que sabe, aproveitando os conhecimentos prévios e as experiências anteriores do aluno. (HAYDT, 1995, p. 87).

Após a conclusão do procedimento experimental, o pesquisador reuniu-se com os estudantes do G1, analisou a técnica e o método utilizado para determinar as principais variáveis propostas pela AE como: massa do soluto, da solução e do solvente. Continuando com a aula, o pesquisador propôs aos estudantes responder, individualmente, uma segunda questão (QP2) que abordava os mesmos itens (a, b, c) da QP1, porém, a resolução ocorreu nas dependências do LEC, com vidrarias e medicamento (Simeticona) dispostos na bancada.

Questão Problema 2 (QP2)

As soluções estão presentes muito em nosso cotidiano. Como exemplo disso, está disposto na bancada do LEC a Simeticona (75mg/mL), um medicamento líquido indicado para cólicas intestinais causadas por excesso de gases no aparelho intestinal (Vide bula). A partir das informações na embalagem e transmitidas para você, relacionada a este conteúdo de soluções, informar:

- a) Qual o soluto dessa mistura?
- b) Qual o solvente dessa mistura?
- c) A mistura obtida pode ser classificada como uma solução? Justifique?

Figura 2. Questão aplicada pós-atividade experimental. **Fonte:** Autores (2016).

De acordo com a bula do medicamento e por uma questão didática, o pesquisador orientou os estudantes a considerar "tudo" que não for soluto como solvente (excipientes) representado pela expressão "veículo q.s.p."

A utilização da QP2 com abordagem muito próxima da QP1, corrobora com o pensamento de Moreira (2011a, p. 52) quando afirma que dispor de situações novas para simular AS, “não parece ser uma melhor saída, pois o estudante não é acostumado a enfrentar situações novas”. O autor considera ainda que se busque as evidências de AS, mesmo que para isto permita ao estudante refazer mais de uma vez a tarefa, caso necessário.

- Quarto momento: inverteram-se as atividades entre os grupos. O G2 dirigiu-se para o LEC, para executar os mesmos procedimentos da AE realizados anteriormente pelo G1, enquanto isso, o G1 ficou em sala de aula estudando o mesmo conteúdo teórico ministrado anteriormente para o G2.

Dos 29 estudantes que responderam a QP1, 4 não participaram da AE e não responderam a QP2. Portanto, consideram-se apenas os dados referentes aos 25 estudantes.

4. RESULTADO E DISCUÇÃO

Os resultados obtidos pelo G1 e G2 referentes a QP1 mostraram que somente a aula teórica não foi suficiente, mesmo depois das resoluções dos exercícios de fixação e propostos. Os estudantes apresentaram ainda muitas dúvidas na identificação do soluto e do solvente. Isso é observado pela representação das Figuras 3 e 4, onde 52% dos estudantes não identificaram corretamente o soluto e 21% não identificaram corretamente o solvente.

Reconhecimento do soluto

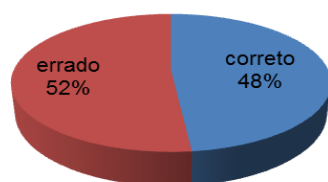


Figura 3- Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do soluto da QP1.
Fonte: Autores (2016).

Reconhecimento do solvente

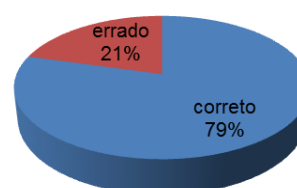


Figura 4- Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do solvente da QP1.
Fonte: Autores (2016).

Desses 52% que não identificaram corretamente o soluto, 31% dos estudantes adotaram como resposta a forma em que se encontrava o soluto, ou seja, “pastilha” e não a espécie química a ser dissolvida “Ácido Ascórbico ou Vitamina C”. Já 14% inverteram a resposta, trocando o termo “soluto” por “solvente” e 7% não responderam.

Os 21% dos erros relacionados ao reconhecimento do solvente apontaram que estes estudantes têm dificuldade para entender o conceito e a definição de cada termo, por isso inveteram a resposta trocando o solvente pelo soluto e vice-versa.

Os estudantes deveriam ainda reconhecer se a mistura informada era uma solução e justificar suas respostas. Observou-se que 21% dos estudantes também apresentaram dificuldades e não responderam corretamente conforme Figura 5.

Definição de solução

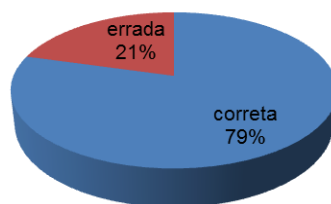


Figura 5- Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento e definição de uma solução da QP1.

Fonte: Autores (2016).

Desses 21% que não reconheceram ou identificaram a solução na QP1, 10,5% dos estudantes não apresentaram nenhuma resposta. Outros 10,5% apresentaram respostas muito diferentes das definidas/estudas na aula teórica. Como: "sim, porque"; "sim porque tem solubilidade" e "sim porque a vitamina e água são".

Esses erros aconteceram, provavelmente, porque os estudantes investigados ainda não conseguem relacionar os níveis macroscópicos e microscópicos com a definição conceitual de soluto, solvente e solução e sua relevância na estrutura cognitiva, que Ausubel (2000) classifica como potencialmente significativo para assimilação do conhecimento. Logo, a aprendizagem dos estudantes aqui, se aproxima da aprendizagem mecânica, pois o conhecimento, possivelmente, não se ancorou na estrutura cognitiva por falta de um "subsunçor específico" para assimilar os conceitos abordados nas aulas teóricas.

Os indícios, que as AE possivelmente levaram a aprendizagem significativa pelos estudantes do G1 e G2, podem ser observados pela resolução da QP2, a qual aconteceu após a realização da AE. Antes de iniciar a resolução da questão, o pesquisador fez uma explanação dos dados obtidos pelos estudantes na atividade experimental como identificação do soluto, solvente e definição de solução. Rosa e Rosa (2012) ratificam a importância dessa etapa, pois nela é possível identificar falhas, sintetizar ou até mesmo revisar a atividade.

No reconhecimento do soluto da QP2 100% dos estudantes responderam corretamente. Esse fato também corrobora com os índices de aprendizagem significativa. No reconhecimento do solvente na mesma questão, foi considerada errada a respostas de 16% dos estudantes conforme Figura 6.

Reconhecimento do solvente

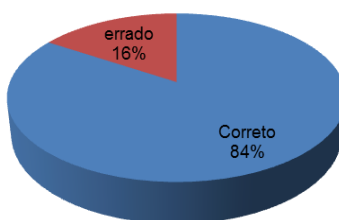


Figura 6- Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do solvente da QP2.

Fonte: Autores (2016).

Vale salientar que os erros aconteceram não pela definição conceitual como observado na QP1 aplicada posterior a teoria, mas sim porque os estudantes não responderam completamente a informação que lhes foi passada. Com base na orientação fornecida pelo pesquisador seria: "veículo q.s.p." como solvente. Os estudantes responderam somente "veículo" ou "q.s.p.". Mesmo assim, apesar destas respostas erradas, pode-se notar uma redução de 5% dos erros apresentados anteriormente na QP1.

Com relação ao reconhecimento e definição de solução na QP2, apenas 4% das respostas foram consideradas incorretas, conforme figura 7.



Figura 7- Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento e definição de solução da QP2.
Fonte: Autores (2016).

Os dados demonstram que houve uma redução considerável na porcentagem de erro no item desta questão. Na QP1 o percentual de erro foi de 21% enquanto que na QP2 o percentual foi de 4%.

Os resultados obtidos, evidenciam que a AE pode ter contribuído para que os estudantes pudessem ter construído mais adequadamente os conceitos relacionados ao Estudo de Soluções, que evoluiu para um símbolo mais significativo, se equipando aos seus referentes conceitos e que foi chamado por Ausubel (2000) de atributos específicos. Assim, os novos conhecimentos interagiram com esses atributos, permitindo aos estudantes uma retenção dos mesmos na caracterização de uma solução, potencializando a AS no Estudo de Soluções.

Esses são indícios de AS representacional, cuja a equivalência representacional pode relacionar-se de forma não arbitrária, como por exemplo, uma generalização existente na estrutura cognitiva do estudante (AUSUBEL, 2000).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É nesse cenário que a TAS se concretiza, quando o conteúdo apresentado pelo professor consegue ancorar-se a um conceito relevante, capaz de facilitar a aquisição de uma nova informação na estrutura cognitiva do estudante. É fundamental considerar todos os fatores que rondam a sala de aula e podem influenciar na qualidade da aprendizagem.

Nessa perspectiva, evidenciaram-se três condições importantes para a AS ocorrer: o desejo do estudante em querer aprender, material potencialmente significativo e conhecimento prévio. Porém, fica claro que o professor ainda é a peça fundamental para a relação ensino e aprendizagem. É necessário continuar a busca da qualificação profissional e pessoal para que ele se sinta motivado e possa promover essa motivação em seus estudantes.

Ainda a AE, por si só, não preenche todas as lacunas que ficaram durante a explicação teórica. É essencial a mediação do professor durante todo o processo ocorrido, para que os conhecimentos adquiridos possam ser confrontados com a estrutura cognitiva, evoluindo e consolidando numa aprendizagem significativa.

Assim, o trajeto percorrido por este trabalho evidenciou que as AE podem ter contribuído em diferentes aspectos para que ocorresse uma aprendizagem mais significativa do tópico do Estudo de Soluções. Verificou-se que a AS do tipo representacional se sobressaiu, pois transforma os símbolos em objetos reais, capazes de relacionar com o cotidiano dos estudantes, auxiliando no Ensino de Química, diante da nova realidade tecnológica e dos desafios de uma sociedade mais complexa e globalizada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Usos e Abusos dos Estudos de Caso. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n. 129, p. 637-651, 2006.

AUSUBEL, David Paul. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

_____. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

_____. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino e aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, v.2, 2006.

_____, **Resolução de nº 466**, 12 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html>. Acesso em: 05 mar. 2017.

BULEGON, Ana Marli; MUSSOI, Eunice Maria. Pressupostos Pedagógicos de Objeto de Aprendizagem. In: TAROUCO, Liliane Margarida Rockenbach; COSTA, Valéria Machado da; ÁVILA, Bárbara Gorziza; BEZ, Marta Rosecler; SANTOS, Edson Felix dos. (Coords.). **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática de ciências: o ensino e aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARDOSO, Sheila Pressentin; COLINVAUX, Dominique. Explorando a motivação para estudar Química, **Química Nova**. Ijuí: Unijuí, v.23, n.3, 2000.

COLL, César. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. 2ª impressão. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

DAMASCENO, Herbert Costa; BRITO, Márcia Soares; WARTHA, Edson José. As representações mentais e a simbologia Química. *In*: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba.

Anais do XIV ENEQ. Curitiba: ENEQ, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0623-1.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

DUARTE, Renato Alan Silva; FREITAS, Maria Zélia Silva; OLIVEIRA, Maria Rosângela Moura de; SOUSA, Antônia de Abreu. O Ensino de Química: as dificuldades de aprendizagem dos alunos da rede estadual do município de Maracanaú-Ce. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA*, 10, 29-31 jul. 2010. Natal, RN. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/102-7700.htm>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

FOUREZ, Gérard. "Crise no Ensino de Ciências?", **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, nº 2, 109-123. 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**: sabres necessários à prática educativa. 22. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

FREZZA, Júnior. Saccon; MARQUES, Tânia Beatriz Iwaszko. A evolução das estruturas cognitivas e o papel do senso comum. **Revista Schème**, Marília, v. 2, nº 3, 2009.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; SCMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir Langoni de; GIESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio Peres. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

HAYDT, Regina Célia. **Curso de didática geral**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1995.

HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994.

JOHNSTONE, Alex H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, nº 70, 701-704, 1993.

LÔBO, Soraia Freaza. O trabalho experimental no ensino de química. **Quim. Nova**, Vol. 35, n.. 2, 430-434, 2012

MASINI, Elcie Aparecida F. Salzano. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(1), pp. 16-24, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.

_____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011b

_____. O que é a final aprendizagem significativa? **Qurrriculum**, La Laguna, v. 25, p. 29-56, 2012.

_____; MASINI, Elcie Aparecida F. Salzano. **Aprendizagem significativa**: A teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo, Centauro, 2006.

NUTTI, Juliana Zantut. **Distúrbios, transtornos, dificuldades e problemas de aprendizagem: algumas definições e teorias explicativas**. São Carlos, SP, 2002.

OLIVEIRA, Rosemeire de. **Aprendizagem significativa, educação ambiental e ensino de química: A experiência realizada em uma escola pública**, 2012. 91 f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Sousa. São Paulo, 2012.

PAZ, Gizeuda Lavor; PACHECO, Hilana de Farias; NETO; Cícero Oliveira Costa; CARVALHO, Rita de Cássia Pereira Santos. Dificuldades no Ensino: aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina *In*: SIMPÓSIO de PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10, 1-3 dez. 2010. Teresina, PI. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/iniciacao%20T/CCN.html>> Acesso em: 12 Jan. 2017.

PELLIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês; Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, nº1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

ROCHA, Francisco Edson Lopes da. **Avaliação da aprendizagem**: uma abordagem qualitativa baseada em mapas conceituais, ontologias e algoritmos genéticos. 2007. 181 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2007.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: proposta de organização do roteiro para aulas de física. **Física na Escola**, v. 13, n. 1, 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloíso (*Org.*). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí 3ªed.: Editora Unijuí, 2010.

SILVA, Aroldo Justino da; LOPES, Alcinei Pereira; RUBEM, Cleidosn Melo: Dificuldades no Ensino e aprendizagem de Química no 2º ano do Ensino Médio em uma Escola Estadual no Município de Tabatinga-AM. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 12, 06-08 ago. 2014. Fortaleza, CE. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/4259-17292.html>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

SILVA, José Fábio Serafim. Concentração de soluções: A dificuldade de interpretação das grandezas massa e volume. *In*: Conferência Interamericana de Educação Matemática, 13, 26-30- jun. 2011, Recife, PE. **Anais do XIII CIAEM**, 2011. Disponível em: <<http://www.gente.eti.br/lematec/CDS/XIIICIAEM/artigos/1751.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina: Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel: Reflexões para o Ensino de Física Ante a Nova Realidade Social. **Imagens da Educação**, v. 4, nº 1, p. 36-42, 2014.

TEIXEIRA, Lithyeri Paulista: **Experimentação investigativa em ciências e a formação do conceito de germinação**. 2014 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiana, 2014.

TRINDADE, José Odair da: **Ensino e a aprendizagem significativa do conceito de ligações Químicas por meio de mapas conceituais**. 2011. 216 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2011.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica**: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino. 2012. 149 f. Tese (Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP, 2012.