



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ-
IFCE**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PGECM

FRANCISCO ALBERTO SARAIVA

**CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES NO ENSINO MÉDIO: O USO DE ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Fortaleza

2017

FRANCISCO ALBERTO SARAIVA

**CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES NO ENSINO MÉDIO: O USO DE ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Fortaleza

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S243c Saraiva, Francisco Alberto.
Concentração de soluções no ensino médio : O uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa / Francisco Alberto Saraiva. - 2017.
94 f.
- Dissertação (Mestrado) Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.
Coorientação: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio.
1. Atividade Experimental. 2. Concentração de Soluções. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Níveis de Herron. I. Título.

CDD 510.07

FRANCISCO ALBERTO SARAIVA

CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES NO ENSINO MÉDIO: O USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Aprovada em: 29 de junho de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Ana Karine Portela Vasconcelos

Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE)
Orientadora

Caroline de Goes Sampaio

Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE)
Coorientadora

Maria Goretti de Vasconcelos Silva

Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Elcimar Simão Martins

Prof. Dr. Elcimar Simão Martins.
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Agradecimentos

A Deus, pelo Dom da Fortaleza, da Sabedoria em minha vida.

A minha esposa Kílvia, pelo apoio em todo momento, compreensão e força nas horas difíceis.

As minhas queridas filhas Amanda e Alyce, por compreenderem a falta de atenção em alguns momentos. Pelo amor e sorriso presentes sempre em seus rostos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), pela oportunidade de realização do curso.

À professora Karine Vasconcelos, pela oportunidade de poder tê-la como orientadora, e seu tempo comprometido, sua atenção, paciência e por acreditar na proposta do trabalho.

Aos professores do programa de Pós-Graduação do Ensino de Ciências e Matemática (PGEEM), pelos ensinamentos e amizade que ficaram guardados para sempre em minhas lembranças. Em especial a professora Caroline Goes, pelas aulas repletas de conhecimentos, incentivos e palavras motivadoras, e ao professor Pedro pela sua dedicação e companheirismo nas aulas de Analítica Avançada.

Ao Coordenador do Curso PGEEM, Professor Régis Alves, pelas cobranças e ensinamento ao longo do curso que serviram para balizar o trabalho.

Aos colegas do Curso PGEEM-2015, no desenvolver deste trabalho. Em especial os do grupo de Química: Malena, Alexandre, Josiel e Soares, amizade construída, angústias compartilhadas, críticas construtivas e debates que serviram para a construção do trabalho.

Aos colegas e amigos professores: Amora Jr., Bandeira Jr. e Shirleyde Barbosa, com os quais dividi minhas angústias, dificuldades e sonhos nesta jornada. Em especial o Professor Oseias Pereira, pelo incentivo e ajuda necessária.

A professora Kaline Rodrigues, pela compreensão e ajuda para o desenvolvimento da pesquisa.

As alunas monitoras do LEC Carolina Oliveira, Camila Nascimento e Sabrina Medeiros, pela disposição e ajuda durante a pesquisa.

À direção, coordenação e colegas da Escola Ensino Médio Ana Bezerra de Sá, pela parceria e compreensão nesse período de intenso trabalho.

A minha família maravilhosa: minha mãe, meu pai (*in memoriam*), meus irmãos, irmãs, sobrinhos e cunhados, pelo amor e por acreditar no sonho realizado.

À Secretaria de Educação do Estado do Ceará, pela concessão da licença para estudo e realização deste mestrado.

O conhecimento científico é um jogo constante de hipóteses e expectativas lógicas, um constante vaivém entre o que pode ser e o que “é”, uma permanente discussão e argumentação/contrargumentação entre a teoria e as observações e as experimentações realizadas.

(CACHAPUZ et al., 2005. p. 95)

RESUMO

O conteúdo de Concentração de Soluções (CS), na disciplina de Química, tem se apresentado como uma das grandes dificuldades para estudantes do Ensino Médio. Na maioria das vezes, os estudantes não conseguem transpor a linguagem matemática, como, por exemplo, a relação massa/volume para a linguagem química na preparação de uma solução. A utilização de Atividade Experimental (AE) no Ensino de Ciências vem sendo constantemente citada na literatura como objeto de estudo por diversos pesquisadores que procuram avaliar a sua importância e o seu efeito na relação ensino e aprendizagem. Diante desse cenário, buscou-se investigar as contribuições de Atividades Experimentais (AEs) para uma Aprendizagem Significativa (AS) a partir do conceito de CS por estudantes do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Ana Bezerra de Sá, localizada no Município de Eusébio, Ceará. Tomou-se como referencial para essa discussão a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, a qual permite analisar a potencialidade do conteúdo e a predisposição do estudante na assimilação do mesmo. Como metodologia, utilizou-se a pesquisa quanti-qualitativa, caracterizada pelo estudo de caso. Para tanto, foram planejadas e desenvolvidas aulas sobre o assunto com carga horária de 14 horas/aulas para turmas do 2º ano do Ensino Médio. Os dados foram coletados com os estudantes das referidas turmas através da aplicação de questionário com perguntas abertas, sendo as mesmas analisadas adotando os Níveis da Escala de Herron e de entrevista, que foram confrontados com os pressupostos para uma AS. A análise dos dados leva a concluir que a AE, na abordagem do conceito de CS, contribui para AS, pois os estudantes apresentaram evolução em suas respostas. Assim, espera-se que esta pesquisa venha a contribuir para que os professores procurem acrescentar em suas aulas AEs planejadas, principalmente no estudo de CS para que diminua a distância entre o conteúdo e o estudante, proporcionando uma aprendizagem mais significativa.

Palavras-Chave: Atividade Experimental. Concentrações de Soluções. Aprendizagem Significativa. Níveis de Herron.

ABSTRACT

The content of Concentration of Solutions (CS), in the discipline of Chemistry, has been presented as one of the great difficulties for high school students. Most of the time, students are unable to transpose mathematical language, such as the mass / volume ratio for chemical language in the preparation of a solution. The use of Experimental Activity (AE) in Science Teaching has been constantly mentioned in the literature, as object of study, by several researchers who seek to evaluate its importance and its effect on the relation between teaching and learning. In view of this scenario, we sought to investigate the contributions of Experimental Activities (AEs) for Significant Learning (SL) from the concept of CS by students of the 2nd year of the Secondary School of the Ana Bezerra de Sá State School, located in the Municipality Of Eusébio, Ceará. Ausubel's Theory of Significant Learning (TSL) was used as a reference for this discussion, allowing the analysis of the potentiality of the content and the predisposition of the student in the assimilation of content. As methodology, the quantitative-qualitative research, characterized by the case study, was used. To that end, classes were planned and developed on the subject with a workload of 14 hours / classes for classes of the 2nd year of High School. The data were collected with the students of the referred classes, through the application of a questionnaire with open questions, being analyzed by adopting Herron Scale Levels and interview, which were confronted with the assumptions for an AS. The analysis of the data leads to the conclusion that the AE, in the approach to the concept of CS, contributes to AS, since the students presented evolution in their answers. Thus, it is expected that this research will contribute to teachers seeking to add in their planned AEs, mainly in the study of CS to reduce the distance between the content and the student, providing a more meaningful learning.

KeyWords: Experimental Activity. Concentrations of Solutions. Significant Learning. Herron Levels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama indicando a relação entre os conceitos que envolvem a TAS	21
Figura 2 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do soluto da QP1.....	49
Figura 3 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do solvente da QP1.....	49
Figura 4 - Respostas dos estudantes sobre reconhecimento e definição de Solução da QP1.	50
Figura 5 - Respostas dos estudantes sobre a representação (conversão) da massa em gramas da QP1.....	51
Figura 6 - Respostas dos estudantes sobre a determinação da concentração comum (g.L^{-1}) da questão QP1.....	53
Figura 7 - Respostas dos estudantes sobre a conversão de volume da questão QP1.	53
Figura 8 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do solvente da QP2.....	56
Figura 9 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento e definição de Solução da questão QP2.	57
Figura 10 - Respostas dos estudantes sobre a representação (conversão) da massa (g) da questão QP2.	58
Figura 11 - Respostas dos estudantes sobre a determinação da concentração comum (g.L^{-1}) da questão QP2.....	60
Figura 12 - Respostas dos estudantes sobre a conversão de volume da questão QP2.....	60
Figura 13 - Respostas dos estudantes sobre a determinação (descrição) da densidade da solução da questão QP2.....	64
Figura 14 - Respostas dos estudantes sobre a determinação da concentração comum (g.L^{-1}) da questão QP3.....	68
Figura 15 - Respostas dos estudantes sobre a determinação (descrição) da densidade da solução da questão QP3.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis da Escala de Herron	33
Quadro 2 - Descrição dos acertos da questão QP1	44
Quadro 3 – Respostas dos estudantes relativas as perguntas da entrevista.....	71

LISTA DE SIGLAS

AE	Atividade Experimental
AEs	Atividades Experimentais
AS	Aprendizagem Significativa
CREDE 1	Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação de Maracanaú
CS	Concentração de Soluções
E1/ E29	Estudante 1/Estudante 29
EEMABS	Escola de Ensino Médio Ana Bezerra de Sá
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
LEC	Laboratório Educacional de Ciências
LEI	Laboratório Educacional de Informática
PBL	Problem Based Learning
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PDT	Projeto Diretor de Turma
QP1	Questão Problema 1
QP2	Questão Problema 2
QP3	Questão Problema 3
q.s.p.	Quantidade suficiente para
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Estado do Ceará
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
VUNESP	Fundação Vunesp

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS): conceitos básicos.....	20
2.2	O Ensino de Ciências	25
2.3	O Ensino de Química.....	26
2.4	Atividades Experimentais	31
2.5	Concentração de Soluções: importância no estudo escolar e no cotidiano.....	35
3	METODOLOGIA.....	37
3.1	Descrição do Ambiente da Pesquisa	38
3.2	Coleta de Dados	40
3.2.1	Instrumentos de Coletas de Dados	41
3.2.2	Caracterização das Questões-Problema.....	42
3.2.3	Procedimento para Coleta de Dados	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1	Questão QP1 – Ácido Ascórbico (Vitamina C) dissolvida em água	48
4.2	Questão QP2 – Medicamento: Simecicona	55
4.3	Questão QP3 – Solução Preparada: sulfato de cobre II penta-hidratado	66
4.4	Entrevista: Concepção dos Estudantes	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICES.....	84
	APÊNDICE A - Termo de Anuência	85
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	86
	APÊNDICE C – Questão Problema QP1.....	88

APÊNDICE D – Questão Problema QP2.....	90
APÊNDICE E – Questão Problema QP3.....	91
APÊNDICE F – Roteiro-Guia para Atividade Experimental.....	92

1 INTRODUÇÃO

O panorama global, nas últimas décadas, vem sofrendo inúmeras modificações provenientes dos avanços científicos e tecnológicos resultantes das transmutações que envolvem as áreas do conhecimento da sociedade. Para Silva e Schirlo (2014), a globalização mundial exige que os cidadãos sejam adeptos a mudanças e estejam predispostos a uma educação com ênfase na construção de conhecimento e no desenvolvimento de habilidades cognitivas para alfabetização científica. Nessa perspectiva, fomentam-se múltiplas teorias que contemplam a aprendizagem dos conhecimentos científicos com vistas a uma psicologia cognitivista, que tem como preocupação “[...] o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição.” (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 13).

Durante esse processo de compreensão e utilização da informação, muitos professores são questionados por alguns estudantes “[...] acerca do motivo pelo qual estudam Química, visto que nem sempre esse conhecimento será necessário na futura profissão.” (CARDOSO; COLINVAUX, 2000, p. 401). Para Santos *et al.* (2013), a resposta para essa pergunta pode estar na motivação e/ou na metodologia empregada nas atividades abordadas em sala de aula, possibilitando a extração de algo que relacione ou que traga significados para a provável profissão a ser seguida.

Nesse contexto, percebe-se ao longo do tempo, que o Ensino de Ciências tem passado por várias transformações, entre elas se destacam a finalidade dos conteúdos abordados, bem como novas metodologias que buscam deixar o processo de aprendizagem mais receptível aos educandos.

Cronologicamente, na década de 1950, o Ensino de Ciências tinha como prioridade a formação de elites científicas direcionadas para o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Nas décadas de 1970 a 1980, o Ensino de Ciências foi focalizado como elemento de formação do cidadão-trabalhador, priorizando o conteúdo que pudesse contribuir para o tão desejado “milagre econômico”. Atualmente, as disciplinas científicas adotaram o papel de atuar na criação e desenvolvimento da responsabilidade cívica, sensibilizando os jovens estudantes

para se apropriarem do conhecimento e capacitá-lo como agentes de transformação para o pleno exercício da cidadania (WERTHEIN; CUNHA, 2009).

Partindo da premissa de que as Ciências em seu campo epistemológico têm duas vertentes de representação, sendo a primeira correspondente como algo certo, puro e acabado, uma imagem perfeita da realidade. A segunda entende que as Ciências representam uma multiplicidade de concepções, considera novas possibilidades de abordagem dos conteúdos científicos, com o olhar para o desenvolvimento de técnicas ou de métodos voltados para construção de um conhecimento mais significativo para os estudantes (FOUREZ, 2003). O Ensino de Ciências não privilegia apenas a memorização de conceitos científicos, mas sim, a adoção de outros níveis de conhecimentos e representações, estabelecendo um elo entre o contexto e sua finalidade.

O Ensino de Ciências é desafiado hoje a formar o cidadão que possa ser atuante na sociedade. Para tanto, é necessário desenvolver a capacidade de compreender, interpretar e participar de forma ativa na resolução de problemas. Dessa forma, torna-se indispensável a aquisição de conhecimentos científicos (DÍAZ, 2002).

O estudo da Ciência da Natureza, principalmente da Química no Ensino Médio (EM), é tido pelos estudantes como complexo, pois os mesmos não compreendem as representações usadas nos conteúdos químicos, não relacionando fatores macroscópicos e submicroscópicos entre a informação e o fenômeno químico representado (GIBIN; FERREIRA, 2013).

Muitos conceitos científicos apresentam um caráter abstrato e quando esses são abordados no EM, a maioria dos estudantes apresenta dificuldades, principalmente os que são apresentados nas disciplinas de Química e Física. Essas dificuldades são apontadas por Kempa (1991, p. 120) como:

A natureza do sistema de ideias / conhecimento já possuído pelo estudante, ou a inadequação de tais conhecimentos em relação ao conceito a ser adquirido.

A exigência e a complexidade de uma tarefa de processamento de informação, em comparação com a capacidade de tratamento de informações dos estudantes.

Problemas de comunicação decorrentes do uso da língua, por exemplo, em termos técnicos ou em termos gerais com significados especializados

específicos do contexto, ou a complexidade da estrutura e sintaxe da frase usada pelo professor.

Um desfasamento entre abordagens instrucionais usadas pelo professor e pelo modo de aprendizagem preferido do aluno (estilo de aprendizado). (tradução do autor).

As dificuldades também podem estar na metodologia de abordagem dos conteúdos adotada por muitas escolas, a qual incentiva apenas a memorização de 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 (PAZ *et al.*, 2010).

É factual perceber que, após a abordagem teórica de um determinado conteúdo, surgem nos docentes reflexões sobre as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes. Isso permite uma intervenção metodológica diferenciada em busca de uma aprendizagem mais consolidada.

Especificamente o conteúdo de Concentração de Soluções (CS), assunto ministrado no 2º ano do EM, leva a busca de uma metodologia capaz de desenvolver aprendizagem de forma relevante, por meio da qual o conhecimento científico se relacionaria com a vida do estudante. Tal conteúdo apresenta em sua abordagem dissolução, soluto, solvente e solução. Habilidades e competências que necessitam de conhecimentos prévios em matemática básica por parte dos estudantes, tais como: relacionar as unidades de medidas, suas equivalências e as quatro operações matemáticas, além da regra de três e da notação científica.

Particularmente, os estudantes das escolas públicas demonstram muitas dificuldades de aprendizagem nos conteúdos abordados na disciplina de Química no EM, principalmente em Físico-Química, pois a compreensão e resolução de questões exigem dos estudantes capacidade para interpretação e desenvolvimento matemático das questões (SILVA; LOPES; RUBEM, 2014).

A importância da aprendizagem dos conceitos em Química é ratificada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que retratam a participação do estudante com um olhar mais amplo e apurado sobre as constantes transformações do mundo, sabendo que o mesmo faz parte do processo (BRASIL, 2000).

Partindo desse princípio, o professor deve estar atento para não abordar os conteúdos de Química de forma descontextualizada, única ou fragmentada. Segundo Nunes e Adorni (2010, p. 2), muitos estudantes vêm demonstrando dificuldades em aprender por “[...] não perceberem o significado, a validade do que estudam, os conteúdos parecem ser trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes”. Portanto, em especial, faz-se necessário trabalhar o Ensino de Ciências, buscando a contextualização, integrando o conteúdo científico com o cotidiano do educando para promover a aprendizagem significativa.

Dessa forma, os professores são desafiados a conduzir suas práticas pedagógicas, buscando dar significado ao conteúdo explorado. Para isso, é indispensável a utilização de múltiplos recursos que possibilitem articular o conhecimento popular com o científico, criando um elo capaz de promover a efetiva apropriação desses conhecimentos por parte dos estudantes (MAIA, 2013).

A Química, como Ciência experimental, possibilita o uso de atividades experimentais que poderão ser exploradas para aprimoramento 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 delas se pode transformar o Ensino de Ciências. “Se o professor valoriza as atividades práticas e acredita que elas são determinantes para a aprendizagem de Ciências, possivelmente buscará meios de desenvolvê-las na escola e de superar eventuais obstáculos.” (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 836).

Para Bassoli (2014), são muitas as razões que levam os professores a não fazerem Atividade Experimental (AE), tais como: insegurança, falta de apoio pedagógico e a infraestrutura das escolas que não favorece o procedimento.

Penaforte e Santos (2014) consideram que, apesar das diversas dificuldades com as quais os professores se deparam, é possível realizar experimentos com materiais alternativos, de baixo custo e acessíveis no cotidiano do estudante.

Diante da análise das dificuldades do Ensino de Química, principalmente o conteúdo de CS, 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 estudantes não conseguem identificar as grandezas como parte de unidades de medidas de CS. Além da inexistência de pesquisa de literatura específica a qual trate do ensino do tema CS.

A pesquisa pretende investigar as contribuições de atividades experimentais para aprendizagem significativa no estudo de CS para estudantes do 2º ano do EM. Como objetivos específicos, tem-se como proposta: identificar, após a aula teórica, a assimilação dos conceitos no estudo de CS pelos estudantes; aplicar atividades experimentais sobre expressões de CS a partir de levantamento bibliográfico; verificar indícios de aprendizagem significativa do conceito de CS após AE.

Neste trabalho, o primeiro capítulo compõe o referencial teórico, consistindo numa abordagem sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e descrição dos conceitos básicos que envolvem essa teoria segundo Ausubel, os quais fornecem elementos para compreender as relações e as dificuldades apresentadas pelos estudantes no Ensino de Ciências e, particularmente, no Ensino de Química. Apresentam-se ainda reflexões sobre o uso e tipos de Atividades Experimentais, proposta desta pesquisa como ferramenta didática possível para diminuir a distância entre o estudante e o conteúdo científico estudado em sala de aula. Descreve-se, ainda, apoiado na Escala de Herron, os níveis de abertura de exercícios propostos aos estudantes como tarefa de aprendizagem e finaliza apresentando a importância do estudo de CS no ambiente escolar e no cotidiano.

O segundo capítulo compreende a metodologia aplicada, a descrição do método qualitativo utilizado, assim como o ambiente da pesquisa e os procedimentos desenvolvidos para a coleta de dados.

O terceiro capítulo descreve os resultados coletados e as discussões. Procurou-se convergir ao máximo possível com as ideias dos pesquisadores apresentados no capítulo inicial, como também de outros que aparecem agora, que se considerou necessário para discussão robusta dos resultados.

O último capítulo compõe as considerações finais, construídas através dos resultados apresentados e do alinhamento com referências fundamentadas ao longo da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS): conceitos básicos

A Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS, conhecida também por teoria da assimilação, proposta por David Paul Ausubel, é uma teoria cognitivista a qual se preocupa em elucidar como ocorre a internalização dos conhecimentos na mente do sujeito e em utilizar os procedimentos necessários para sustentação do conhecimento aprendido (AUSUBEL, 1963). Dessa forma, a aquisição de novos conhecimentos não se dará pela quantidade de informações recebidas, mas pelo encontro entre um material potencialmente significativo e os subsunçores na estrutura cognitiva do estudante.

Entretanto, 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; de quem ensina com aquele que aprende; do compreender de quem ensina com o compreender de quem aprende; do conteúdo a ser ensinado com o que aquele aprende já conhece; 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. (MASINI, 2011, p. 17).

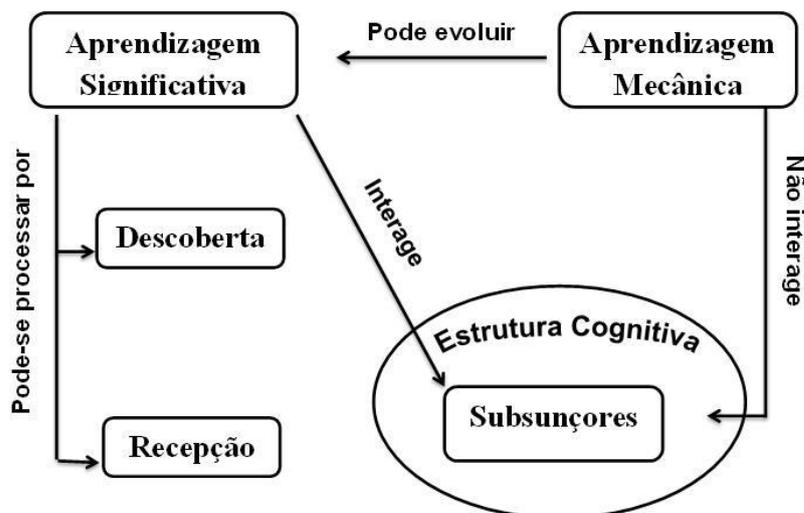
Assim, entende-se que essas relações compreendem o estudante-comunidade, professor-estudante, conhecimento prévio-subsunçor, potencialidade do conteúdo-subsunçor específico e o contrato didático.

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

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) explicitam que a aprendizagem significativa compreende o apoderamento de novos conhecimentos pelo estudante como parte integrante da aprendizagem. A forma de como esses novos conhecimentos são externalizados conjectura uma complementação da AS.

De acordo com Ausubel (1963), os principais conceitos que envolvem a TAS estão dispostos na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama indicando a relação entre os conceitos que envolvem a TAS



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016)

A estrutura cognitiva compreende uma totalidade de ocorrências (conhecimentos, conceitos e/ou informações) com certo grau de relevância, internalizadas pelo indivíduo de forma organizada (MOREIRA, 2012). Assim, à medida que vão surgindo novas ocorrências e essas interagindo de maneira clara com a estrutura de conhecimentos, evolui-se para outra área que servirá para ancorar outras informações. A essas classes de informações substantivadas na estrutura cognitiva, Ausubel qualifica-as de subsunçor (PELIZZARI *et al.*, 2002).

Moreira (2012, p. 2) define subsunçor como “[...] um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto”. Portanto, o subsunçor compreende o conhecimento prévio assimilado na estrutura cognitiva, que servirá como ponte facilitadora das interações com o novo conhecimento.

Na sala de aula, a TAS se concretiza quando o conteúdo apresentado pelo professor consegue se ancorar a um conceito relevante (subsunçor) que o estudante já tenha em sua estrutura cognitiva. Isso evidencia que o professor deve ficar atento ao conhecimento prévio de seus discentes, uma vez que, 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; 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).

Portanto, Soares (2009) chama a atenção para a forma de como estão sendo desenvolvidas as pesquisas educacionais que abordam a TAS, para não ocorrer distorções entre a essência conceitual de seus criadores e a proposta que se pretende apresentar.

Coll (2002) entende que para ocorrer aprendizagem significativa 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 e realiza um procedimento, ele consegue atribuir-lhe significados. Quando não ocorre atribuição de significados, a aprendizagem se torna memorística, restrita à repetição de informações ou de conteúdo. Pelizzari *et al.*, (2002) ratifica que as duas condições para haver a 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”.

Segundo Ausubel (2000), a AS pode se processar de duas formas: AS por descoberta ou AS por recepção. Na primeira, o estudante aprende sozinho, pois o conteúdo é apresentado sem nenhum tratamento dado pelo professor. Assim, ele

procura meios para estabelecer relações entre suas observações e a estrutura de conhecimentos. Enquanto que por recepção, primeiro ocorre um tratamento das informações feito pelo professor, procurando deixá-las mais acessíveis para o estudante, e esse deve procurar meios de inter-relacionar o material apresentado com os conhecimentos prévios de sua estrutura cognitiva.

No âmbito dessa perspectiva, Moreira e Masini (2006) evidenciam que na proporção em que as informações apresentadas aos estudantes, tanto por descoberta e/ou recepção, relaciona-se de forma não arbitrária, não literal com a estrutura de conhecimentos e passa a trazer para ele alguma relevância, assim a aprendizagem pode ocorrer de forma significativa.

A aprendizagem mecânica é quando os novos conhecimentos são apresentados aos estudantes, e esses encontram limitações para promoverem inter-relações com informações substanciadas na estrutura cognitiva. Portanto, acontece de forma arbitrária sem relacionamento com os subsunçores específicos (AUSUBEL, 1968).

Assim, deve-se considerar necessária a aquisição de uma aprendizagem mecânica por um indivíduo numa área de conhecimento que antes não tinha nenhuma informação prévia. Isso pode ser fundamental para ocorrência da aprendizagem, pois à medida que as novas informações adquirem relevância de conhecimentos numa mesma área da estrutura cognitiva, surgem os subsunçores, porém, menos elaborados. Ao passo que a aprendizagem evolui de forma significativa, os subsunçores se tornam mais elaborados e com capacidade de ancorar novas informações (MOREIRA; MASINI, 2006). Portanto, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica ocorrem continuamente ou em paralelo. Não é possível separá-las ou individualizá-las.

Para Moreira (2011a), aprender de forma significativa não quer dizer que o conhecimento nunca será esquecido. Tal fato pode ocorrer nas duas formas de aprendizagem. Na aprendizagem mecânica, o esquecimento é rápido e quase que total, enquanto que na aprendizagem significativa, ocorre de forma residual. À medida que o novo conhecimento estabelecer relação com o resíduo de subsunçor, surgem condições possíveis para uma reaprendizagem.

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).

Portanto, as primeiras manifestações de aprendizagem de certo conteúdo podem ocorrer de forma subordinada, ao passo em que as mesmas se desenvolvem, surge a necessidade de estabelecer ligação entre um novo conhecimento e o seu referente original. Por indução, é possível comparar semelhanças e diferenças para estabelecer uma ordem de superioridade, direcionando, assim, para a aprendizagem na forma superordenada.

Entre outros casos, faz-se necessário comparar o novo conhecimento não apenas com o seu único referente, mas com outros disponíveis na estrutura cognitiva, combinando alguns critérios e significados comuns. Nesse caso, a aprendizagem ocorre de forma combinatória.

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 e conceitual são as mais utilizadas no Ensino de Ciências para traduzir suas particularidades, símbolos, fórmulas, diagramas e equações.

2.2 O Ensino de Ciências

As Ciências não são atividades neutras e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado às transformações sociais, políticas, econômicas, manifestações culturais e ambientais. Portanto, o estudo de Ciências não se reporta somente aos intelectuais, mas ao cidadão comum que procura evoluir junto à sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.107).

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores.

Portanto, a atuação dos cidadãos em decisões no que diz respeito à garantia da vida para si e para o meio no qual habita é uma forma positiva de se precaver contra os possíveis desastres químicos, físicos e/ou biológicos e, até mesmo, naturais que afetam a vida no planeta (CACHAPUZ *et al.*, 2005). O autor ainda considera que as modificações ocorridas no processo do Ensino de Ciências não podem sofrer deformações que o distancie do campo epistemológico, sobre o custo de criar visões simplistas e distorcidas que poderão se transformar em mais uma barreira a ser superada pelo estudante, causando a rejeição e a pouca curiosidade científica.

Nesse sentido, os PCNEM orientam que o desenvolvimento do Ensino de Ciências no EM deva estar alinhado com fatores que ocorrem na atual sociedade, seja com as novas descobertas científicas ou novas invenções tecnológicas e industriais, visando a despertar no estudante a necessidade de se apoderar dos conceitos científicos construídos ao longo do tempo para se situar nas constantes transformações da sociedade contemporânea. Desse modo, é preciso direcionar para uma linha de convergência entre as ciências, ou seja, trabalhar de forma interdisciplinar para confrontar e/ou complementar a aprendizagem na área científica como um todo (BRASIL, 2000).

É imprescindível que os cidadãos “[...] tenham níveis mínimos de conhecimentos científicos para participar democraticamente da sociedade, ou seja, para exercer cidadania responsável” (DÍAZ, 2002, p. 58). Isso não implica em aumentar o caráter conteudístico das escolas, mas sim, buscar alternativas em que se ensine com qualidade. Portanto, pressupõe menos temas, nos quais os professores introduzam as informações de maneira gradativa, com contextos diversos, intensificando-os, ao passo que os estudantes deverão adquirir mais maturidade (RUTHERFORD; AHLGREN, 1995).

Seguindo essa proposta, Teixeira (2014) relata a importância da sondagem do conhecimento prévio do estudante no Ensino de Ciências como primeira atividade ao iniciar cada conteúdo teórico, pois à medida que eles expressam suas ideias próprias, surgirão questionamentos que poderão ser explorados para aferir o que eles já conhecem. Assim, o professor poderá ter um diagnóstico da sala de aula e optar por uma metodologia adequada.

Nesse contexto, é perceptível a necessidade de metodologias inovadoras no Ensino de Ciências, em especial no Ensino de Química, que busquem desenvolver a capacidade cognitiva do estudante aliando Ciência à ferramenta tecnológica, meio social e ambiental.

2.3 O Ensino de Química

A aprendizagem de Química deve capacitar o estudante a compreender “[...] tanto os processos químicos em si, quanto a construção de um conhecimento científico com estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (BRASIL, 2000, p. 31).

Nessa aprendizagem, é real a necessidade de favorecer o processo de desenvolvimento científico e tecnológico do Ensino de Química, tornando-o significativo. A complexidade do mundo contemporâneo não concebe mais que o EM tenha como principal meta a aprovação em exames externos de algumas faculdades e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), pois nem todos os estudantes irão prestar tais exames (SANTOS; MALDANER, 2010; BRASIL, 2006).

Vale mencionar que a atual reforma no EM, compreendida pela Lei 13.415, artigo 1, amplia a carga mínima anual de oitocentas horas para mil e quatrocentas horas e estabelece no artigo 36 que:

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino (BRASIL, 2017).

Portanto, o EM está dividido em duas partes. A primeira é composta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹ e deverá abranger como obrigatórias às disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática e Inglês nos três anos do EM. A segunda é composta pelos itinerários formativos, os quais compreendem: Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Formação Técnica e Profissional.

Essa reforma traz uma expectativa muito grande, principalmente para as disciplinas de Química, Física e Biologia, uma vez que, com o fim da obrigatoriedade, passarão a ser oferecidas conforme a prioridade de cada unidade de ensino. A principal preocupação é saber qual concepção de alfabetização científica que a escola desejará aos seus estudantes. Segundo Cachapuz *et al.* (2005, p. 38), As “[...] visões empobrecidas e distorcidas criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem em um obstáculo para a aprendizagem”.

Visando a evitar esse desinteresse, é necessário apresentar que a compreensão do conhecimento químico envolve três diferentes níveis de representação: macroscópico (observação dos fenômenos), submicroscópico (descreve arranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas) e simbólico (expresso por símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas) (JOHNSTONE, 1993; WU *et al.*, 2001).

¹ É importante ressaltar que a BNCC atualmente se encontra em desenvolvimento pelos especialistas em educação do Ministério da Educação (MEC). Portanto, esta pesquisa está pautada nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) reformulada em 2010.

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 a compreensão e 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 situações-problema desafiadoras, para 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). Portanto, é essencial ressaltar que a formação continuada é uma necessidade:

A escola precisa oferecer ao professor o mínimo para que sua formação contínua aconteça. Não basta garantir um tempo específico para o planejamento na carga horária semanal do professor. Faz-se necessário também um local adequado para que este planejamento aconteça. A interação com os pares favorece a discussão, a troca de ideias, a reflexão de questões vivenciadas no cotidiano, bem como sugere novas possibilidades de intervenção (MARTINS, 2014, p. 69-70).

Nesse sentido, é fundamental a disposição do professor em se capacitar e buscar formação continuada para conhecer outras variedades de metodologias. Dessa forma, ele poderá escolher qual mais se adequa ao seu público alvo, para motivá-los e torná-los sujeitos ativos no processo de ensino.

No processo de ensino e aprendizagem, cabe ao professor e ao estudante a responsabilidade pela negociação do saber e o compartilhamento dos seus significados, levando em consideração a relação com o outro, com o coletivo e com

o social, modificando a estrutura cognitiva e não tão somente a atividade interna do sujeito (NOVAK; GOWIN, 1996).

Vale ressaltar ainda que, em sala de aula a pré-disposição do estudante em aprender é fundamental para a aprendizagem ocorrer de forma significativa. Ao professor cabe a responsabilidade de selecionar os assuntos a serem abordados, considerando as especificidades dos grupos de estudantes, além de tratar das possibilidades, dos limites e das alternativas metodológicas em busca de sua significação (SANTOS, *et al.*; 2013).

Considerando a contextualização como uma ferramenta motivadora, uma série de métodos educacionais devem ser utilizados, como, por exemplo, animações (dinâmicas e em 3D); modelos físicos (HUDDLE, WHITE, ROGERS, 2000); desenhos estáticos (SANGER, 2000) desenvolvidos por ferramentas tecnológicas a fim de auxiliar os estudantes na utilização de representações microscópicas e simbólicas no entendimento de processos químicos (BARNEA; DORI, 2000).

Sobre essa visão, Santos *et al.*, (2013) sugere que a contextualização pode ser uma boa ferramenta pedagógica para as aulas de Química, desde que considere as vivências e o contexto sociocultural dos estudantes, as mudanças que ocorrem no mundo e em sua comunidade, para que assim possam enxergar o Ensino de Química como meio de educação para suas vidas e a relação do homem com o meio ambiente. Essas variedades de informações podem ser aliadas para despertar o interesse do estudante pela disciplina.

Contudo, o Ensino de Química brasileiro tem sido considerado por muitos pesquisadores ainda como algo de pouca utilidade, pois não consegue fortalecer uma autonomia de conhecimentos na aprendizagem dos estudantes (CHASSOT, 2004). A prova disso é que várias pesquisas sobre o Ensino de Química estão sendo publicadas em revistas especializadas, encontros nacionais e regionais de Ensino de Química, que além de ser objeto de estudo em pesquisas de Mestrado e de Doutorado, evidenciam também que o EM de Química não vem alcançando os seus objetivos (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

Ribeiro e Mello (2010) enfatizam a necessidade do desenvolvimento de estratégias que promovam uma reversão no quadro do Ensino de Química. Hoje no EM é necessário compreender a importância da Química na vida, que ela faz parte

do cotidiano e isso ocorrerá quando o professor relacionar os conteúdos teóricos com atividades presentes no cotidiano dos estudantes.

A importância de estudar Química se deve especialmente ao fato de proporcionar ao estudante desenvolver um olhar holístico e consciente dos acontecimentos a sua volta. Ele deve perceber que também faz parte da complexidade de transformações que ocorre no seu cotidiano. Assim, através do conhecimento adquirido, ele pode atuar como sujeito ativo e esclarecido visando a melhorar sua qualidade de vida (CARDOSO; 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).

Como proposta para o Ensino de Química, os PCNEM recomendam desenvolver os conteúdos de química de uma forma holística e mais conectada com o cotidiano dos estudantes, procurando dar condições para que os mesmos estabeleçam relações entre o conteúdo apresentado em sala de aula com fatos que ocorram em um campo mais próximo de si, tais como: reações químicas que ocorrem na natureza, processos tecnológicos e eletrônicos, como também descobertas científicas relacionadas com a estrutura global da terra, ao invés de decorar regras, fórmulas e nomes que em muitas situações, por estarem distantes do campo de conhecimentos, poderão facilmente ser esquecidos ao longo da vida escolar (BRASIL, 2002).

Muitos conceitos apresentados na disciplina de Química, como por exemplo, CS, 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, a aversão à disciplina. Para minimizar essa dificuldade, Oliveira (2012) aponta para a necessidade da contextualização ligada à vivência do estudante, a fim de desenvolver um conhecimento significativo e eliminando possíveis barreiras entre o estudante e a disciplina.

Para tanto, no EM, a Química deve ser ensinada de uma forma holística, visando a assegurar a formação do estudante e habilitando-o a cooperar como cidadão para o crescimento das relações sociais e seu desenvolvimento técnico e científico (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

Para que a aprendizagem de Química seja significativa, é necessário uma transformação, a partir da qual o processo de ensino e aprendizagem seja uma negociação de significados, entre o professor e o estudante, onde aquele assume o papel de mediador do processo de inclusão do estudante no mundo científico (VIEIRA, 2012).

Nesse processo, o conteúdo de Química, no EM, deve 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).

2.4 Atividades Experimentais

Na década de 2000, o número de pesquisas relacionadas ao impacto das Atividades Experimentais (AEs) 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), servindo de base de estruturação desta pesquisa.

Podem-se citar as pesquisas de Hodson (1994), Lobo (2012), Campos e Nigro (1999), Fourez (2003), Bassoli (2014), Teixeira (2014), as quais 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.

Dessa forma, entende-se que as AEs 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, descritivas, demonstrativas e investigativas:

Demonstrativas - realizadas pelo professor, às quais o [estudante] assiste sem poder intervir. Possibilitam ao [estudante] maior contato com fenômenos já conhecidos, mesmo que ele não tenha se dado conta deles. Possibilitam, também o contato com coisas novas – equipamentos, instrumentos e até fenômenos.

Ilustrativas - são atividades que o [estudante] podem realizar por si mesmos e que cumprem as mesmas finalidades das demonstrações práticas.

Descritivas - o [estudante] realiza e que não são obrigatoriamente dirigidas o tempo todo pelo professor. Nelas, o [estudante] tem contato direto com coisas ou fenômenos que precisa apurar, sejam ou não comuns no seu dia-a-dia. Aproximam-se das atividades investigativas, porém não implicam a realização de testes de hipóteses.

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. Possibilitam ao estudante percorrer um ciclo investigativo, sem contudo trabalhar nas áreas de fronteira do conhecimento, como fazem os cientistas. (CAMPOS; NIGRO, 1999, p. 151).

Portanto, as AE, por demonstração, apesar da falta de interatividade com o estudante, são indicadas numa situação em que se dispõe de poucos recursos materiais, ou até mesmo de tempo para realizar o tal experimento, mesmo devido à falta das interações, poderá trazer avanços na aprendizagem. Os outros tipos de AEs têm como cerne a participação e a interação dos estudantes como elemento fundamental para o seu desenvolvimento. Assim, ao optar pelo tipo de AE, deve-se considerar o contexto, a disponibilidade tanto do espaço físico como dos materiais (principalmente os reagentes e as vidrarias) e o propósito científico e cognitivo.

Para Fourez (2003, p. 118), “[...] o objetivo das AE 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 atividades experimentais, disponibilizando um tempo para discussões, uma oportunidade para os estudantes exporem suas dúvidas e o professor atuar como mediador para enriquecer o debate e levá-los a conclusões mais amadurecidas (TEIXEIRA, 2014).

Para elaboração da AE, devem-se levar em consideração três aspectos: a proposta do experimento; o procedimento do experimento e os resultados obtidos. Esses três aspectos 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 dos resultados obtidos (HODSON, 1985, *apud* LOBO, 2012).

Nesse sentido, Rosa e Rosa (2012), afirmam que a 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 o professor e o estudante.

Portanto, as atividades experimentais devem ser planejadas, direcionadas conforme o público alvo, levando em consideração o nível do que se pretende investigar. Herron (1971), em sua pesquisa, analisou o nível das questões de Química, Física e Biologia em livros didáticos. Foi considerado o nível de questões (abertas ou fechadas) e a autonomia que o estudante tinha para respondê-las. Para tanto, utilizou-se os três níveis Schwab (1962, *apud* HERRON, 1971) e se acrescentou mais um nível (zero), chegando aos chamados Níveis da Escala de Herron, como apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Níveis da Escala de Herron

Nível	Problema	Método	Solução
0	Dado	Dado	Dada
1	Dado	Dado	Aberta
2	Dado	Aberto	Aberta
3	Aberto	Aberto	Aberta

Adaptado: Herron (1971).

Os níveis de abertura foram descritos por Schwab (1962) e Herron (1971), como:

- Nível zero: o problema, o método e a solução são dados ou são notoriamente óbvios a partir das informações apresentadas no desenvolvimento do conteúdo teórico. Essa categoria também compreende as AEs em que coloca os estudantes como meros expectadores, observando unicamente a AE e alguns fenômenos estranhos que venham a ocorrer. Esse tipo de atividade é muito reducionista, limitando os estudantes a apenas aprender e/ou dominar alguma técnica particular de laboratório, a fim de comprovar algum princípio teórico;

- Nível um: o professor apresenta o problema já elaborado, descreve o caminho, ou seja, os meios pelos quais o estudante pode seguir, deixando-o livre para fazer as relações que ainda não lhe foram apresentadas;
- Nível dois: os problemas são elaborados pelo professor. Mas, os métodos e os caminhos para checar as soluções são deixados abertos para o estudante percorrer em busca de uma resposta conclusiva. O professor acompanha todo o processo orientando os estudantes;
- Nível três: o problema, bem como a resposta e método, são deixados em aberto. O estudante é confrontado com o material e o fenômeno bruto, em que irá desenvolver suas competências e habilidades para supor uma metodologia que seja solução para o problema desenvolvido.

Com esse pensamento, entende-se que a aprendizagem não pode ser fatiada ou fracionada, mas não é possível negar que os estudantes elegem muitas dificuldades em assimilar os conteúdos como um todo. Para superar as dificuldades, Lederman (2009) sugere que se deve considerar uma hierarquia natural nos níveis apresentados, tais como:

- O primeiro nível é o momento de familiarização entre o professor, o estudante e o conceito apresentado. Ele pode servir para que o professor tenha conhecimento prévio do estudante e serve como um organizador de aprendizagem;
- No segundo nível, o estudante recebe a pergunta e metodologia dada pelo professor, mas fica com a incumbência de analisar as evidências em dados para desenvolver suas próprias conclusões, apresentando um resultado;
- No terceiro nível, é dada mais responsabilidade ao estudante. Ele terá a oportunidade de aplicar suas habilidades críticas para sustentar suas próprias conclusões;
- O quarto nível é de total responsabilidade dos estudantes. Eles terão que desenvolver suas próprias questões de investigação, o procedimento metodológico adequado e a coleta de dados que mostre evidências para chegar às suas próprias conclusões.

Portanto, é fundamental seguir uma ordem cronológica no desenvolvimento das atividades propostas aos estudantes para que eles possam organizar os conhecimentos apresentados e evoluir para outro nível de maior complexidade.

Segundo Giani (2010), desenvolver atividades experimentais que abordem questões abertas e trabalhem a capacidade dos estudantes em construir suas respostas com análise subjetiva, requer maior comprometimento do professor, maior disponibilidade de tempo. Porém, poderá contribuir para uma participação do estudante, em que esse saia da condição de mero expectador ou receptor e venha a ser sujeito ativo na construção do conhecimento científico.

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

2.5 Concentração de Soluções: importância no estudo escolar e no cotidiano

As Soluções fazem parte do cotidiano da sociedade em geral. Os produtos que se consomem hoje, em sua maioria, são industrializados e se encontram na forma de solução, como, por exemplo: medicamentos, sucos e refrigerantes, água (mineral, sanitária e fornecida pelas estações de tratamento), detergente, álcool etílico comercial, agrotóxicos, chá e, até mesmo, a preparação do “cafezinho”. Santos e Mol (2013) alertam que, diante da diversidade das Soluções químicas presentes no mundo atual, é preciso cuidados em seus manuseios, estocagem e descarte para não afetar diretamente ou indiretamente a vida dos seres vivos e o meio ambiente.

Maia (2008, p. 18) define uma solução como “[...] misturas homogêneas nas quais um ou mais componentes se dissolvem em um outro”. O componente que se apresenta dissolvido é convencionalmente chamado de soluto. Enquanto a espécie que se apresenta “[...] em maior quantidade e no mesmo estado de agregação da

solução; é o componente com capacidade de solver os demais.” Esse é chamado de solvente.

Dessa forma, compreende-se que, para uma solução atender as características apresentadas na definição, é fundamental obedecer a um padrão definido, ou seja, uma concentração. Para o autor supracitado, a CS expressa relativamente a quantidade (massa, volume, quantidade de matéria, porcentagem em massa, em volume ou outra forma) entre o soluto e o solvente.

Dessa forma, os PCNEM consideram que no EM as habilidades e as competências dos estudantes devem ser desenvolvidas para que possam compreender, diferenciar e dominar a CS como uma variável nas transformações químicas, atentando para o uso desse conhecimento na compreensão do complexo de produção industrial que interessa à sociedade (BRASIL, 2000). Nessa visão, Niezer (2012) considera que a qualidade na compreensão dos estudantes sobre os conteúdos abordados na Química é influenciada diretamente pelas ferramentas metodologias aplicadas em sala de aula ou em outro ambiente com caráter educacional.

Diante desse contexto, e por reconhecer a importância desse conteúdo para a vida escolar e situações que ocorrem no cotidiano dos estudantes, procurou-se desenvolver a pesquisa direcionada à investigação, identificação e verificação da assimilação dos conceitos de soluto, solvente e solução, determinação da densidade, concentração comum e em quantidade de matéria no estudo de CS, com aplicação de AEs para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

3 METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa de cunho quanti-qualitativo é caracterizada pelo estudo de caso. Alves-Mazzotti (2006) entende que esse 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).

Para Gil (2008), pesquisas que adotam o estudo de caso devem ser aprofundadas o máximo possível para abranger com detalhes que permitam, assim, uma visão ampla do caso que se pretende estudar. O autor considera ainda que não é uma tarefa fácil, devido a gama de informações que podem surgir durante a pesquisa.

Portanto, para Yin (1984, p. 3), “[...] o estudo de caso permite que uma investigação retenha as características holísticas e significativas dos eventos da vida real”.

Ainda segundo o autor, as pesquisas que adotam o estudo de caso:

[...] lida com a situação tecnicamente distinta em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e como um resultado; realiza-se em múltiplas fontes de evidência, com dados que necessitam convergir de uma forma triangular, e como outro resultado e se beneficia do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para orientar a coleta e análise de dados. (YIN, 1984. p. 13).

Conforme Moreira (2011b), este tipo de pesquisa busca:

[...] entender um caso, para compreender e descobrir como as coisas ocorrem e por que ocorrem, para talvez predizer 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).

Segundo Sá e Queiroz (2010), o estudo de caso deriva do método desenvolvido no final da década de sessenta na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá, chamado de *Problem Based Learning* (PBL) - Aprendizado Baseado em Problema. A ideia principal do PBL era apresentar situações que ocorrem na realidade dos estudantes e com o intuito de provocá-los a

desenvolver o senso de criticidade, capacidade de solucionar problemas, retendo o conhecimento na situação proposta. Assim, ocorreram mudanças no PBL para se adequar a proposta e o contexto que se pretendia realizar, dando origem ao estudo de caso.

Sá e Queiroz (2010, p. 12) consideram que o estudo de caso “[...] oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas de complexidade variável”. Além de contribuir unicamente para o conhecimento dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos, psicológicos, sociais, ciência política, negócios, trabalho social e planejamento (YIN, 1983).

Assim, esta pesquisa é um estudo de caso, no estudo de CS, desenvolvida no 2º ano do EM de uma escola pública do Estado do Ceará.

3.1 Descrição do Ambiente da Pesquisa

A pesquisa aconteceu na Escola de Ensino Médio Ana Bezerra de Sá (EEMABS), pertencente à rede pública de ensino do Estado do Ceará, fundada em 1973 no Município de Eusébio, região metropolitana de Fortaleza.

A escolha da escola se deu basicamente por três fatores. Primeiro, o pesquisador está lotado como professor efetivo de Química nessa unidade de ensino desde fevereiro de 2014. Segundo, a existência de um Laboratório Educacional de Ciências (LEC), apesar de possuir pouca utilização com atividades experimentais nas disciplinas de Ciências da Natureza. E, por fim, o interesse dos estudantes por AE, apesar das muitas dificuldades na assimilação do conteúdo teórico.

Apesar do Município possuir três escolas de EM (duas regulares e uma profissionalizante) a EEMABS é bastante disputada por se localizar próximo ao centro comercial do Município e por apresentar um bom desempenho no Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE).

Para atender aos estudantes que moram em localidades distantes da escola, existe uma frota de transporte escolar para garantir o traslado de suas residências à instituição educativa.

A EEMABS é subordinada diretamente à primeira Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 1), com sede no Município de Maracanaú, Ceará. Possui um núcleo gestor composto por um diretor, três coordenadores pedagógicos, uma secretária e um técnico financeiro, os quais não medem esforços para promoverem o bom funcionamento da escola. O quadro de professores é composto, em sua maioria, por professores efetivos. Os professores com contrato temporário visam a suprirem, além das carências de licenças saúde, também as permanentes.

A EEMABS desenvolve cinco projetos: Diretor de Turma (PDT), Monitoria, Condomínio Digital, Preparação para Olimpíadas (Física, História e Língua Portuguesa) e de Leitura e Escrita. Todos esses projetos são para promover o desenvolvimento das habilidades, competências e crescimento intelectual dos estudantes.

Em 2016, a EEMABS contou com 1170 matrículas distribuídas nos turnos manhã, tarde e noite. A escola é bastante ampla, possui uma área total de 10.000 m² de área disponível, 60% dessa área está edificada com doze salas de aulas e outras dependências da escola, tais como: biblioteca, quadra poliesportiva, pátio central, cozinha, LEC e Laboratório Educacional de Informática (LEI), sala de multimeios, sala de acompanhamento para estudantes com necessidades especiais, salas administrativas (diretoria, coordenação pedagógica e secretaria), sala dos professores e 13 salas de aulas.

As salas de aula possuem uma ventilação natural, sendo reforçada por ventiladores, tornando-as adequadas para ministrar aulas. A biblioteca é climatizada e conta com um bom espaço para os estudantes utilizarem no contraturno para pesquisas e para aulas de monitorias. A quadra poliesportiva é utilizada para aulas de Educação Física e atividades com jogos. O pátio central é arejado, espaço reservado à acolhida dos estudantes na chegada à escola e no intervalo para o lanche, sendo também disponibilizado para eventos promovidos pelo Grêmio Estudantil.

A EEMABS conta com uma cozinha onde são feitos diariamente lanches para os estudantes. Um LEI climatizado com uma rede de computadores conectados à *Internet* que pode ser utilizada para pesquisas e aulas na *web*. A sala de multimeios

climatizada conta com um computador, *datashow* e uma caixa de som, equipamentos esses usados para aulas com exploração de vídeos e apresentação em *PowerPoint*. As salas da coordenação, secretaria, diretoria também são climatizadas e adequadas para a rotina administrativa e pedagógica.

A sala dos professores é o local para o encontro entre os docentes na chegada à escola, para o intervalo das aulas e para a realização do planejamento pedagógico das áreas do conhecimento. É climatizada e possui uma boa infraestrutura com bebedouros, banheiros e conexão à *Internet*.

O LEC atende às disciplinas de Química, Física e Biologia. Atualmente é subutilizado pelos professores da área. Apesar de ser amplo, necessita de melhorias em sua estrutura para atender às atividades experimentais que desprendem gases, pois não possui ventilação natural, tampouco capela para exaustão dos gases. Também carece de reagentes e vidrarias. Em 2016, foi instalado um ar condicionado, melhorando as condições do seu uso. Sugere-se acomodar 15 estudantes/aula a fim de se obter um bom desempenho durante as atividades experimentais.

As atividades desta pesquisa foram realizadas no LEC, que apesar das condições precárias, conseguiu-se realizar as AEs propostas com o mínimo de risco e motivando os estudantes pelo caráter científico de um laboratório de Ciências.

3.2 Coleta de Dados

Para realização do estudo, inicialmente foi realizado um encontro com o diretor da escola para informação da pesquisa. Ele demonstrou satisfação e interesse pelo desenvolvimento da mesma, autorizando-a por meio da assinatura do documento *Termo de Anuência* (APÊNDICE A). Por conta do período previsto no planejamento anual de Química da escola, para iniciar a abordagem do conteúdo de CS, ficou estabelecido a primeira quinzena de agosto para realização da pesquisa.

Para coleta de dados, foram planejadas e aplicadas aulas sobre o estudo de CS, com carga horária de 14 horas/aulas totais. Sendo as oito primeiras horas, aplicadas às três turmas do 2º Ano (A, B e C) do Ensino do Médio da escola

pesquisada. As outras seis horas somente a turma do 2º ano C. Ressalta-se aqui, que cada turma apresentava 45 estudantes matriculados.

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

3.2.1 Instrumentos de Coletas de Dados

Adotou-se como instrumento para coleta de dados, o questionário como principal fonte de coleta e entrevista como parte complementar. Sobre esse recurso metodológico, Gil (2008, p. 121) orienta que:

[...] um questionário consiste basicamente em traduzir objetivos da pesquisa em questões específicas. As respostas a essas questões é que irão proporcionar os dados requeridos para descrever as características da população pesquisada ou testar as hipóteses que foram construídas durante o planejamento da pesquisa.

O questionário denominado aqui de Questão-Problema, caracterizada como autoaplicada, que, de acordo com o autor supracitado, são propostas escritas aos estudantes, destinadas a colher informações sobre seus conhecimentos.

Portanto, procurando atender o rigor técnico do instrumento, planejou-se e desenvolveram-se três Questões-Problema (QP1, QP2 e QP3) escolhidas conforme o que se pretendia discutir. Sendo os três primeiros itens de cada questão relacionados a conceitos de Soluções e as demais envolviam operações matemáticas.

A entrevista do tipo informal foi aplicada aos estudantes. Esse tipo de entrevista é “[...] recomendada nos estudos exploratórios, que visam abordar realidades pouco conhecidas pelo pesquisador, ou então oferecer visão aproximativa do problema pesquisado” (GIL, 2008, p. 111). Portanto, aplicou-se essa entrevista como forma de complementar as informações fornecidas pelas Questões-Problema.

3.2.2 Caracterização das Questões-Problema

A coleta dos dados se deu mediante a resolução das três questões QP1, QP2 e QP3. A QP1 foi baseada em uma questão do vestibular da UNESP (2006), adaptada para atender aos propósitos desta pesquisa. Abordou-se a dissolução de uma pastilha de 500mg de ácido ascórbico em um copo com água atingindo o volume de 200mL. A QP2 foi construída a partir do contexto da questão anterior e apresentou uma concentração estabelecida, nesse caso a Simeticona de concentração 75mg/mL. Nela, os estudantes consideraram uma alíquota de 20mL da mesma para construir respostas a partir das perguntas solicitadas. A QP3 foi desenvolvida especialmente para a pesquisa. Envolveu uma solução de sulfato de cobre II penta-hidratado com concentração estabelecida e preparada previamente pelo pesquisador. Os estudantes construíram suas respostas tendo como base uma alíquota de 10mL da referida solução.

Priorizou-se na escolha das questões, principalmente a QP1, por abordar uma situação presente no cotidiano dos estudantes. A QP2 e a QP3, além da situação fato já relatada, o baixo custo, o pouco risco a exposição e a manipulação durante o processo em curso. Essas questões foram aplicadas em três situações, conforme segue.

A questão QP1 (APÊNDICE C) foi aplicada na sala de aula, após a primeira parte da teoria (definição e classificação das Soluções, determinação, concentração comum e densidade das Soluções). Iniciou-se com apresentação da pesquisa para os estudantes e com instruções de como proceder para resolução. Optou-se em utilizar um texto motivador para despertar a relação do conteúdo estudado com fatos que ocorrem no cotidiano.

A questão QP2 (APÊNDICE D) foi aplicada no LEC após a realização da AE proposta (APÊNDICE F). Nessa questão, além das características já relatadas, explorou-se junto aos estudantes o contexto em que alguns medicamentos são industrializados na forma de solução. Aproveitando o ensejo, o pesquisador leu as indicações prescritas na bula do medicamento e pontuou a necessidade de prescrição médica para o uso desse fármaco.

A AE desenvolvida para a pesquisa foi a preparação pelos estudantes de uma solução aquosa de sacarose com concentração previamente estabelecida. Para

isso, eles deveriam seguir um roteiro-guia desenvolvido especificamente para esta pesquisa (APÊNDICE F).

A questão QP3 (APÊNDICE E) também foi aplicada no LEC após o desenvolvimento da teoria de concentração em quantidade de matéria das Soluções. Nessa questão, optou-se por usar uma solução de sulfato de cobre II penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) de concentração em quantidade de matéria (mol.L^{-1}) estabelecida, além das características já mencionadas, está disponível no LEC, ser bastante solúvel em água a temperatura ambiente e apresentar uma coloração azul visível a olho nu e que geralmente prende a atenção do estudante.

3.2.3 Procedimento para Coleta de Dados

As aulas foram aplicadas no período de 11 de agosto a 15 de setembro de 2016, período previsto no planejado da escola EEMABS para acontecer o estudo de CS, divididas em cinco etapas, chamadas aqui de momentos. Desses, apenas três contaram com a participação efetiva dos estudantes. Nos outros dois, participaram somente o pesquisador e a professora.

Primeiro momento – o pesquisador se reuniu com a professora em exercício para a explanação sobre a pesquisa que pretendia desenvolver nas turmas dos 2º anos do EM (A, B e C). Diante da situação, a mesma demonstrou interesse e se dispôs prontamente a participar da pesquisa fornecendo ajuda necessária. Combinou-se, então, que a professora desenvolveria o conteúdo teórico com a turma e o pesquisador aplicaria as atividades experimentais.

Segundo momento – o pesquisador acompanhou a professora no desenvolvimento do conteúdo teórico (definição e classificação de Soluções, concentração comum e densidade das Soluções) com os 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 da QP1. Coletaram-se as respostas da QP1 de todos os estudantes presentes: 41 da turma A, 39 da turma B e 29 da turma C, sendo considerados somente esses como elementos fornecedores de dados para pesquisa.

Terceiro momento – foi dedicado a correção das respostas fornecidas pelos estudantes das turmas A, B e C relativas à QP1, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Descrição dos acertos da questão QP1

Turma (2º ano)	Percentual de acertos (%):		
	Completos	Parciais	Nenhum
A	49	51	0
B	23	67	0
C	14	79	7

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Consideraram-se acertos completos os estudantes que acertaram todos os itens da QP1 e acertos parciais os estudantes que erraram pelo menos um item.

Como a turma C apresentou maior índice de respostas erradas, optou-se por dar prosseguimento à pesquisa com essa turma.

Quarto momento – os estudantes presentes na turma C (25) foram divididos em dois grupos, sendo denominados de Grupo 1 (G1) e Grupo 2 (G2). Os estudantes do G1 foram para o LEC realizar a AE proposta com o pesquisador. O G2 ficou estudando com a professora na sala de aula o conteúdo teórico (massa atômica dos elementos químicos, determinação da massa molar e das espécies químicas e o número de mols presentes em uma amostra estabelecida).

Após a conclusão dos procedimentos previstos no LEC pelo G1, inverteram-se as atividades entre os grupos. O G2 se dirigiu 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, quatro não estavam presentes na escola. Portanto, não participaram da AE, conseqüentemente não responderam a QP2. Assim, consideraram-se apenas os dados referentes aos 25 estudantes.

A AE proposta nesta pesquisa é ratificada pela AE investigativa, que segundo Bassoli (2014, p. 583), baseia-se na “[...] problematização, elaboração e teste de hipóteses e imprescindivelmente, na experimentação”. Ainda para esse 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, reagentes, vidrarias e equipamentos utilizados, bem como a utilização de um roteiro-guia baseado 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, aceitando esses em 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; MUSSOI, 2014, p. 69).

Aproveitando o ensejo, o pesquisador alertou que cada estudante deveria realizar suas anotações, pois a avaliação seria aplicada de forma individual, com 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. À medida que surgiam dúvidas do manuseio ou de informações necessárias para realizar o procedimento, o pesquisador intervia dialogando e esclarecendo, sempre objetivando ultrapassar as barreiras apresentadas pelos estudantes e proporcionando condições para continuar o desenvolvimento da tarefa. Essas ações corroboram 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, p. 87) 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.

Após a conclusão do procedimento experimental, o pesquisador se reuniu com os estudantes, analisou junto com os mesmos o desenvolvimento da aula, as técnicas e os métodos utilizados para determinar as principais variáveis propostas pela AE, tais como: massa do soluto, da solução e do solvente, densidade e CS. Essa etapa foi de fundamental importância para esclarecer algumas dúvidas dos estudantes e trazer significados da realização de cada etapa do roteiro-guia da AE.

Prosseguindo com a aula, o pesquisador propôs aos estudantes responderem individualmente a QP2. Além dos itens da QP1, incluiu-se mais um item relativo à densidade da solução. A resolução dessa questão ocorreu nas dependências do LEC, com vidrarias e medicamento (Simeticona) dispostos na bancada.

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

Quinto momento – aconteceu após a aula teórica, que abordava o assunto de concentração em quantidade de matéria. Solicitou-se aos estudantes do G1 que se dirigissem ao LEC para responderem individualmente a QP3. O G2 ficou na sala realizando atividades com a professora. Após a resolução da QP3 pelo G1, solicitou-se aos estudantes que se deslocassem para sala de aula, convidando imediatamente o G2 para ir ao LEC responder também de forma individual a essa mesma questão. No LEC, foi disponibilizado na bancada, as vidrarias, materiais e uma solução aquosa de sulfato de cobre II penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) de concentração em quantidade de matéria (mol.L^{-1}) estabelecida.

Optou-se por apresentar a solução em estudo, vidraria e materiais na bancada, para caracterizar uma situação real e facilitar as relações com os

procedimentos laboratoriais realizados no momento anterior. Segundo Moreira (2011a), quando as ideias, conceitos ou preposições mais importantes se tornam claras e acessíveis na estrutura cognitiva do estudante, funcionarão como âncora para que os novos conhecimentos possam interagir e sofrer modificações, de modo a assegurar a aprendizagem e a retenção na estrutura cognitiva. Portanto, os conhecimentos aprendidos pelos estudantes durante a AE realizada no quarto momento poderão ancorar os novos conhecimentos, potencializando a assimilação desses para aprendizagem significativa.

Participaram desse momento somente 22 estudantes, uma vez que três não compareceram à escola. Assim, consideraram-se apenas os dados de 22 estudantes.

A utilização da QP2 e QP3 com abordagem muito próxima da QP1 corrobora com o pensamento de Moreira (2011a, p. 52) quando afirma que dispor de situações novas para simular a AS “[...] não parece ser uma melhor saída, pois o estudante não é acostumado a enfrentar situações novas”. O mesmo autor considera que se deve buscar evidências de AS, mesmo que para isso seja necessário que o estudante refaça mais de uma vez a tarefa, caso necessário.

O pesquisador convidou os estudantes logo após a resolução da QP3 a responder oralmente as seguintes perguntas:

- I - A atividade experimental realizada trouxe alguma contribuição para aprendizagem no estudo de Concentração de Soluções?
- II – Como você define uma Solução?
- III – Que diferença você aponta entre concentração comum (g.L^{-1}) e densidade?
- IV – Você recomendaria que fosse realizada atividade experimental para o próximo conteúdo a ser estudado?

O convite foi aceito apenas por três estudantes. Dessa forma, o pesquisador conversou separadamente com cada um deles, deixando-os à vontade para falar. No início da entrevista, foi explicado novamente o contexto da pesquisa e solicitada a autorização para a gravação dos áudios dos mesmos e alertado que poderiam ser usados de forma total ou parcial, certificando que suas identidades seriam preservadas, mantendo o anonimato.

Conforme os estudos apresentados no desenvolvimento deste trabalho, como o de Paz *et al.* (2010), o qual nos relata as dificuldades apresentadas pelos estudantes quando a escola prioriza metodologias que incentivam o uso de fórmulas e equações matemática e dos PCNEM (BRASIL, 2002), que se contrapõem a memorização dessas, orientou-se aos estudantes para o uso das relações proporcionais entre as variáveis (Regra de Três Simples) como alternativa de resolução para cálculos solicitados. “O pensamento proporcional é desenvolvido desde a escola infantil, a partir de atividades que possibilitem comparar razões e resolver situações-problema que tratam de proporções” (GIGANTE; SANTOS, 2012, p. 44).

De acordo Silveira e Marques (2008, p. 208), a Regra de Três Simples compreende “[...] um processo prático para resolver problemas que envolvem quatro valores, dos quais conhecemos apenas três. Devemos, portanto, determinar um valor com base nos outros três já conhecidos”. Assim, a escolha de tal método proporciona aos estudantes relacionar e utilizar o conhecimento prévio assimilado pelo conhecimento matemático desenvolvido na disciplina de matemática com uma atividade Química afim.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Reforçamos que os dados discutidos são da turma C, conforme citado anteriormente. Para uma melhor organização, optou-se em dividir este tópico em duas subseções. A primeira, composta pelos dados coletados das Questões-Problema, e a segunda, com os dados da entrevista. Disposto a manter o anonimato dos estudantes, procurou-se representá-los pela letra “E” associado aos números “1, 2, 3, ..., 29”.

4.1 Questão QP1 – Ácido Ascórbico (Vitamina C) dissolvida em água

Os resultados da QP1 mostraram que apesar do conteúdo ser explicado com bastante clareza, enfatizados na resolução dos exercícios de fixação e propostos, a maioria dos estudantes apresentou dificuldades em relacionar os conceitos

apresentados na teoria, pois 52% não identificaram corretamente o soluto, representado pela Figura 2.

Figura 2 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do soluto da QP1.

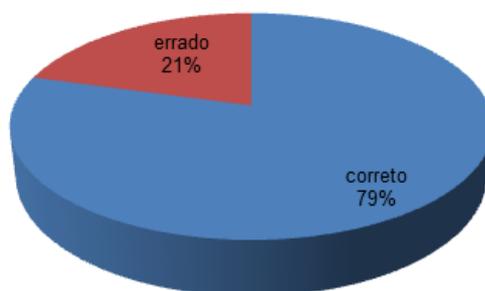


Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

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 “soluto” por “solvente” e 7% não responderam.

Da mesma forma, observou-se que 21% dos estudantes não identificaram corretamente o solvente, representado pela Figura 3.

Figura 3- Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do solvente da QP1.

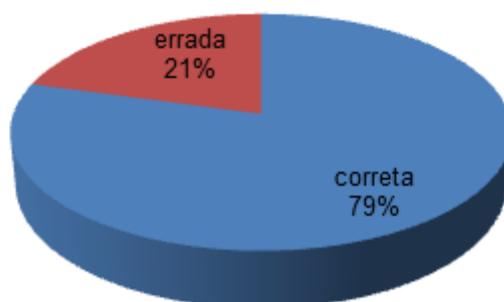


Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

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

Os estudantes deveriam, ainda, reconhecerem se a mistura informada era uma solução e para em seguida justificarem as suas respostas. Observou-se que 21% dos estudantes também apresentaram dificuldades e não responderam corretamente conforme Figura 4.

Figura 4 - Respostas dos estudantes sobre reconhecimento e definição de Solução da QP1.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Desses 21% que não reconheceram ou não identificaram a solução na QP1, 10,5% dos estudantes não apresentaram nenhuma resposta. Os outros 10,5% apresentaram resposta muito diferente da definida na aula teórica. Pode-se citar:

Estudante E3 – *“sim, porque”*.

Estudante E18 – *“sim porque tem dissolubilidade”*.

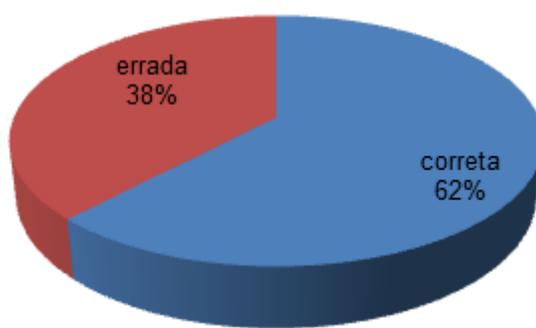
Estudante E23 – *“sim porque a vitamina e água são”*.

Vale ressaltar que os dados descritos até aqui são relacionados aos conceitos de Soluções. Esses dados levam a interpretar que os estudantes que apresentaram respostas incorretas não conseguiram 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 assimilação dos conceitos abordados nas aulas teóricas.

Ausubel (2000) considera os conceitos como um aspecto relevante da teoria da assimilação. A compreensão desses pelo estudante depende da percepção nas regularidades em eventos ou propriedades. À medida que evolui, pode-se representá-los por um símbolo relevante, tornando-se mais fácil a abstração e sua incorporação na estrutura de conhecimentos.

Na conversão de unidade de massa, observou-se que 38% dos estudantes investigados apresentaram respostas incorretas, conforme Figura 5.

Figura 5 - Respostas dos estudantes sobre a representação (conversão) da massa em gramas da QP1.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Dessas, a maioria (24%) não esboçou nenhum cálculo matemático ou relação proporcional que pudesse chegar ao valor solicitado. Enquanto que 14% tentaram efetuar a relação proporcional, porém erraram no cálculo ou na representação da unidade.

Abaixo, destacou-se as respostas dos 14% dos estudantes que fizeram tentativa de converter a massa miligramas (mg) para gramas (g).

Estudante E2

$$\begin{array}{l}
 1\text{ml} \text{ --- } 500\text{mg} \\
 200\text{ml} \text{ --- } X \\
 X = 500 \cdot 200 \\
 X = 100.000
 \end{array}$$

Transcrição

$$\begin{array}{l}
 1\text{ml} \text{ --- } 500\text{mg} \\
 200\text{ml} \text{ --- } X \\
 X = 500 \cdot 200 \\
 X = 100.000
 \end{array}$$

Estudante E15

$$\begin{array}{l} 1g \text{ ————— } 500mg \\ X \end{array}$$

Transcrição

$$1g \text{ ————— } 500mg$$

X

Estudante E18

$$\begin{array}{l} 1g \text{ ————— } 3000mg \\ 1 \text{ ————— } 500mg \\ 3000 \cdot X = 500 \cdot 1 \\ X = \frac{500 \cdot 1}{3000} \\ X = 50 \end{array}$$

Transcrição

$$1g \text{ ————— } 1000mg$$

$$X \text{ ————— } 500mg$$

$$1000 X = 500 \cdot 1$$

$$X = \frac{500 \cdot 1}{1}$$

$$X = 50$$

Estudante E20

$$\begin{array}{l} 1g \text{ — } 3000mg \\ X \text{ — } 500 \\ 3000X = 500 \\ X = \frac{500}{3000} = 0,166 \end{array}$$

Transcrição

$$1g \text{ ————— } 1000mg$$

$$X \text{ ————— } 500$$

$$1000 X = 500$$

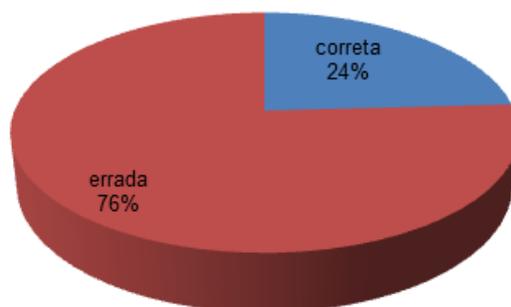
$$X = \frac{500}{1000} = 0,5 L$$

Nota-se que esses estudantes apresentam noções de proporcionalidade. Porém, não conseguem efetuar o cálculo matemático corretamente. Provavelmente, não relaciona esse conhecimento a algo significativo (subsunçor específico) na estrutura de conhecimentos, devido a algum tipo de esquecimento natural, que para Ausubel corresponde a assimilação obliteradora. Isso tem a ver com “[...] a perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados e que serviram como ancoradouro cognitivo” (MOREIRA, 2011a, p. 39).

A concentração comum de uma solução é estabelecida pela razão entre a massa do soluto (gramas) pelo volume da solução (litros), conforme equação “ $C = \frac{m_1}{V}$ ”, usualmente utilizada pelos professores e ilustrada nos livros didáticos de

Química. 76% das repostas relacionada à concentração comum da solução da QP1 foram incorretas e são ilustradas pela Figura 6.

Figura 6 - Respostas dos estudantes sobre a determinação da concentração comum (g.L^{-1}) da questão QP1.

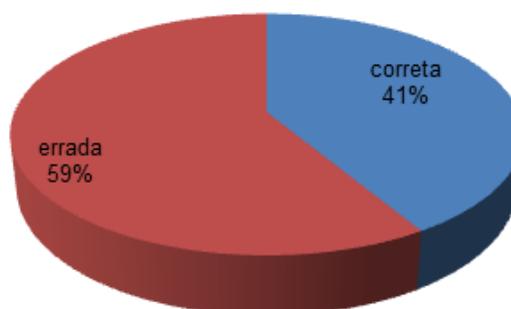


Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Esse elevado percentual de erro pode ser uma consequência direta da dificuldade dos estudantes na conversão de unidades de medidas e na realização de operações matemáticas, especificamente a multiplicação e a divisão.

Observa-se ainda que, o grande percentual de erros relacionados à concentração comum ocorre na conversão do volume de mililitros (mL) para litros (L). 59% das conversões foram incorretas, conforme Figura 7.

Figura 7 - Respostas dos estudantes sobre a conversão de volume da questão QP1.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Dessas, 59% de respostas incorretas relativas à conversão do volume, 49% dos estudantes não efetuaram relação de proporcionalidade ou cálculo matemático.

Supõe-se, com base nas repostas obtidas, que os estudantes fizeram por dedução e de forma errada. Apenas 10% desenvolveram a proporcionalidade, porém, erraram o valor do volume em litros. Isso influenciou diretamente na determinação da concentração comum.

Retomando ao percentual de 76% de erros relativos à determinação da concentração comum da QP1, 24% dos estudantes não efetuaram nenhum cálculo para determinar a concentração comum. 52% erraram os cálculos matemáticos, seja pela conversão (massa ou volume) incorreta ou pela operação matemática (divisão) inadequada. Destacou-se abaixo as respostas de quatro estudantes:

Estudante E2

$$C = \frac{m}{V} = \frac{100.000}{1000} = 100$$

Transcrição

$$C = \frac{m}{V} = \frac{100000}{1000} = 100$$

Estudante E5

$$C = \frac{m}{V} = \frac{0,5 \text{ g}}{0,1 \text{ L}} = 0,5 \text{ g/L}$$

Transcrição

$$C = \frac{0,5 \text{ g}}{0,1 \text{ L}} = 0,5 \text{ g/L}$$

Estudante E8

$$C = \frac{0,50}{0,2} = \frac{50 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1}} = 25 \cdot 10^{-1} = 0,25 \text{ g/L}$$

Transcrição

$$C = \frac{0,50}{0,2} = \frac{50 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1}} = 25 \cdot 10^{-1} = 0,25 \text{ g/L}$$

Estudante E10

$$C = \frac{0,5 \text{ g}}{0,2 \text{ L}}$$

$$C = 0,25 \text{ g/L}$$

Transcrição

$$C = \frac{0,5 \text{ g}}{0,2 \text{ L}}$$

$$C = 0,25 \text{ g/L}$$

Os estudantes E2 e E5 apresentaram o valor da concentração comum incorreto como consequência da conversão de massa ou volume também incorreto.

Enquanto E8 e E10 representam os estudantes que efetuaram a operação matemática (divisão) incorreta.

As dificuldades apresentadas pelos estudantes na conversão de unidade (massa e volume) e na determinação da concentração, podem ser justificadas como ausência dos conhecimentos prévios referentes às operações matemáticas na estrutura cognitiva dos estudantes. Esses conhecimentos prévios deveriam estar retidos na estrutura cognitiva do estudante desde quando lhes foram apresentados no Ensino Fundamental. De acordo com Martins, Araújo e Oliveira (2016), este é um problema presente na educação brasileira e necessita de correção logo na etapa do Ensino Fundamental, afim de diminuir as dificuldades apresentadas pelos estudantes nas etapas futuras (EM e universitário). Diante do exposto, pressupõe-se que na aprendizagem do referido conteúdo matemático por parte dos estudantes pesquisados no ensino fundamental, ocorreu uma memorarização sem significado, condicionado para uma aprendizagem mecânica ausubeliana.

Para Silva e Schirlo (2014), esse é um exemplo típico, em que os estudantes são condicionados a memorizar uma lei, equação ou fórmula e as decoram para realizar um exame de avaliação (prova), depois esquecem, pois não ocorreu uma interação entre os novos conhecimentos e os já existentes em sua estrutura cognitiva.

4.2 Questão QP2 – Medicamento: Simeticona

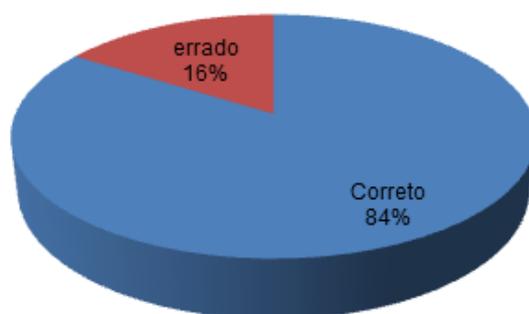
Os indícios que as AEs possivelmente levaram à aprendizagem significativa pelos estudantes do G1 e G2 podem ser observados pela resolução da QP2 que ocorreu após a realização da AE com um público de 25 estudantes.

Antes do início da resolução da questão, o pesquisador fez uma explanação dos dados obtidos na AE, tais como: identificação do soluto, solvente, definição de solução, determinação da concentração comum e densidade. Essa ação ratifica a ideia de Rosa e Rosa (2012) que alertam para importância dessa etapa, uma vez que 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 indícios de aprendizagem

significativa. No reconhecimento do solvente na mesma questão, foram consideradas erradas as respostas de 16% dos estudantes, como foi representada pela Figura 8.

Figura 8 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento do solvente da QP2.



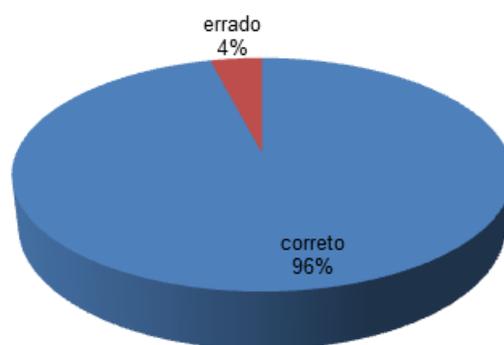
Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

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 à informação que lhes foi passada. Com base na orientação fornecida pelo pesquisador, o solvente seria o “veículo q.s.p.”. Os estudantes responderam somente “veículo” ou “q.s.p.”.

Comparando os 16% da QP2 de respostas erradas com os 21% da QP1, relacionado ao reconhecimento do solvente, nota-se uma redução de erros. Isso aponta que, possivelmente os novos conhecimentos relacionados ao soluto estabeleceram relações com a estrutura cognitiva desses estudantes, tornando-se as ideias mais claras, substantivas e acessíveis, facilitando a assimilação do conceito de solvente. Sobre esse aspecto, Ausubel (2000) entende que para garantir de forma estável e clara as ideias relevantes na estrutura cognitiva, devem ser assimiladas e/ou solidificadas, seja por repetição ou até mesmo ensaio em contextos próprios ou contextos diferentes. Isso posto, entende-se que é fundamental que a comparação seja por semelhança ou por diferença para que as novas ideias sejam significativas e retidas como conhecimento aprendido.

Com relação ao reconhecimento e definição de solução na QP2, apenas 4% das respostas foram consideradas incorretas, conforme Figura 9.

Figura 9 - Respostas dos estudantes sobre o reconhecimento e definição de Solução da questão QP2.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

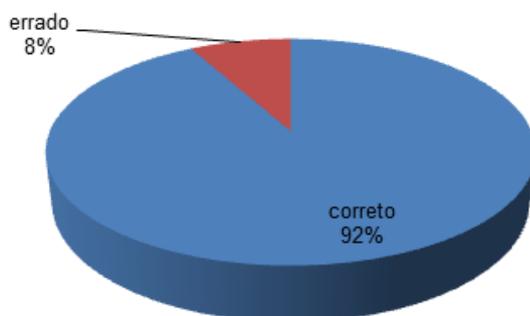
Os dados demonstraram que houve uma redução considerável na definição de solução. Na QP1, o percentual de erro foi de 21%, enquanto que na QP2 o percentual foi de 4%.

Acredita-se que os tipos de atividades (exercícios) que envolvem conceitos (solvente, soluto e solução) aproximam do nível zero na Escala de Herron, cuja problematização e metodologia são apresentadas ao estudante enquanto que a resposta é aparentemente óbvia.

Os resultados obtidos evidenciam que a AE pode ter contribuído para que os estudantes pudessem ter construído mais adequadamente os conceitos relacionando-os às Soluções, evoluindo para um símbolo mais significativo, se equiparando aos seus referentes conceitos, chamado por Ausubel (2000) de atributos específicos. Dessa forma, os novos conhecimentos interagiriam com esses atributos, permitindo aos estudantes uma retenção dos mesmos na caracterização de uma solução, potencializando a AS no estudo de CS.

Com relação à conversão de massa, os estudantes deveriam converter a massa de “mg” para “g” do volume estipulado, usando a relação de proporcionalidade como sugestão. Observou-se que 8% dos estudantes ainda responderam de forma incorreta, como ilustra a Figura 10.

Figura 10 - Respostas dos estudantes sobre a representação (conversão) da massa (g) da questão QP2.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Ao comparar o percentual de erros registrados na conversão de massa entre as questões QP1 e QP2, observou-se uma redução significativa de 30% de respostas incorretas. Portanto, presumiu-se que houve avanços significativos de aprendizagem desses estudantes.

Esses avanços podem ser verificados principalmente em duas situações:

- Na QP1, 24% dos estudantes não efetuaram relação de proporcionalidade e nem esboçaram cálculo matemático, enquanto que na QP2, desses, 18% apresentaram respostas corretas. Apenas 3% ainda responderam de forma incorreta e outros 3% não participaram dessa etapa por não estarem presentes na aula no dia da AE.
- Dos estudantes que responderam a QP1, 14% efetuaram a relação de proporcionalidade ou a operação matemática de forma incorreta. Desses, 11% na QP2 demonstraram evolução em suas respostas e outros 3% não participaram dessa etapa da pesquisa. Conforme se verificou nas resoluções desses estudantes abaixo:

Estudante E2

$$\begin{array}{l}
 \text{Massa} \text{ --- } \text{Volume} \\
 75 \text{ mg} \text{ --- } 1 \text{ ml} \\
 m_1 \text{ --- } 20 \text{ ml} \\
 1 m_1 = 1500 \text{ mg} \\
 m_1 = \frac{1500 \text{ mg}}{100} = 1,5 \text{ mg}
 \end{array}$$

Transcrição

$$\begin{array}{l}
 \text{Massa} \text{ --- } \text{Volume} \\
 75 \text{ mg} \text{ --- } 1 \text{ ml} \\
 m_1 \text{ --- } 20 \text{ ml} \\
 1 m_1 = 1500g \\
 m_1 = \frac{1500}{100} \text{ mg} = 1,5 \text{ mg}
 \end{array}$$

Estudante E18

$$\begin{array}{r} \text{massa} \\ 75 \text{ mg} \\ \text{mg} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{volume} \\ 1 \text{ mL} \\ 20 \text{ mL} \end{array}$$

$$m_1 \cdot 20 = 75 \times 20$$

$$m_1 = \frac{1500}{1} = 1500 \text{ mg}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$1500 \text{ mg} = 1,5 \text{ g}$$

Transcrição

Massa _____ volume

75 mg _____ 1 mL

m_1 _____ 20 mL

$$m_1 \cdot 1 = 75 \times 20$$

$$m_1 = \frac{1500}{1} =$$

$$m_1 = 1500 \text{ mg}$$

1g _____ 1000 mg

m_1 _____ 1500 mg

$$m_1 \cdot 1500 = 1 \times 1000$$

$$m_1 = \frac{1500}{1000} = 1,5 \text{ g}$$

Estudante E20

$$\begin{array}{r} \text{massa} \\ 75 \text{ mg} \\ \text{mg} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{volume} \\ 1 \text{ mL} \\ 20 \text{ mL} \end{array}$$

$$m_1 = 1500 \text{ mg}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$1500 \text{ mg} = 1,5 \text{ g}$$

Transcrição

massa _____ volume

75 mg _____ 1 ml

m_1 _____ 20 ml

$$m_1 = 1500 \text{ mg}$$

1g _____ 1000 mg

m_1 _____ 1500 mg

$$m_1 \cdot 1000 = 1500$$

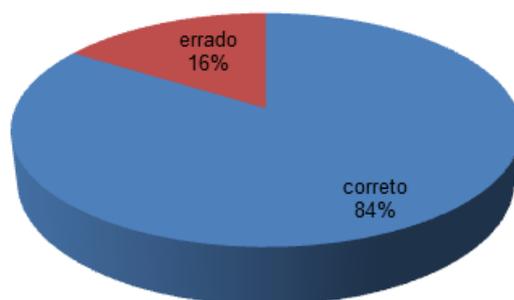
$$m_1 = \frac{1500}{1000} = 1,5 \text{ g}$$

Observou-se que os estudantes E2 e E18 ainda apresentaram dificuldades. O E2, apesar de ter realizado corretamente a proporção, errou na operacionalização dos cálculos matemáticos e ao expressar a unidade de massa (representou “mg”, quando o correto seria “g”). Enquanto que o E18 cometeu um erro quando operacionalizou a conversão de “mg para g”, trocando a posição dos termos.

Infere-se que, possivelmente houve um reconhecimento integrativo, em que os novos conhecimentos podem ter interagido com a estrutura cognitiva, causando uma organização hierárquica nesse campo de conhecimentos (MOREIRA, 2011a).

Na determinação da concentração comum (g.L^{-1}), observou-se que 16% dos estudantes apresentaram respostas erradas conforme a Figura 11.

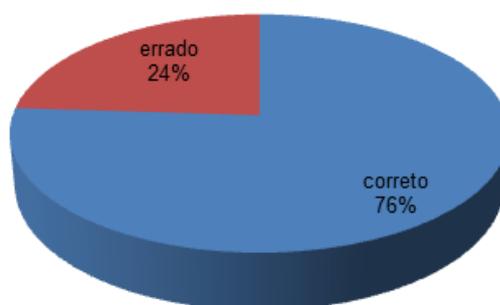
Figura 11 - Respostas dos estudantes sobre a determinação da concentração comum (g.L^{-1}) da questão QP2.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Observou-se uma redução significativa de 56%, das respostas incorretas relacionadas à determinação da concentração comum na QP2 quando comparada com a QP1. Tal fato pode ter ocorrido também pela redução dos erros na conversão de unidade de massa apresentado anteriormente e na unidade de volume ilustrada pela Figura 12.

Figura 12 - Respostas dos estudantes sobre a conversão de volume da questão QP2.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Comparando-se os 24% de respostas incorretas da QP2 com os 59% registrados na QP1 relativos à conversão do volume, observou-se uma redução de 35%. Portanto, supõe-se que houve uma aprendizagem considerável para mais da metade desses estudantes.

Durante a AE, o pesquisador enfatizou a necessidade de conversão de unidades de medidas, uma prática corriqueira no LEC quando se necessita utilizar pequenas quantidades de amostra para representar uma escala maior de medidas.

Portanto, a aplicação da conversão de unidades na AE supostamente contribuiu para os estudantes desenvolverem tipos de conhecimentos prévios que propiciaram interações na estrutura cognitiva, levando-os a estabelecer uma relação direta para o novo conhecimento. Assim, essa aprendizagem possivelmente se iniciou como do tipo representacional, em que as relações de proporcionalidades que antes eram apenas símbolos arbitrários passaram a representar de uma forma concreta e com significados de seus referentes, podendo agora ser relacionada como aprendizagem conceitual (MOREIRA, 2011a).

Voltando a determinação da concentração da QP2, destacaram-se as respostas dos estudantes E2, E5, E8 e E10, que haviam antes respondido de forma incorretas na QP1, apresentaram agora respostas corretas. Portanto, supõe-se que esses estudantes progrediram de forma positiva na aprendizagem.

Estudante E2

$$C = \frac{m}{V}$$

$$C = \frac{1,5 \text{ g}}{0,02}$$

$$C = \frac{15 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2 = 75 \text{ g/L}$$

1L — 1000ml
 x — 20ml
 1000x = 200 ml
~~x = 200~~ 0,02
 1000

Transcrição

$$C = \frac{m}{V} \quad 1L \text{ — } 1000ml$$

$$X \text{ — } 20 \text{ ml}$$

$$C = \frac{1,5 \text{ g}}{0,02} \quad 1000x = 200 \text{ ml}$$

$$X = \frac{200}{1000} = 0,02$$

$$C = \frac{15 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2 = 75 \text{ g/L}$$

Estudante E5

e) $C = \frac{m_1 \text{ g}}{V \text{ L}}$

~~1L~~ ~~1000 ml~~
~~V =~~ ~~20 ml~~

$1000 V = 20$
 $V = \frac{20}{1000}$
 $V = 0,02 \text{ L}$

$C = \frac{1,5}{0,02} = \frac{15 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2 = 7,5 \cdot 10^1 = 75 \text{ g/L}$

Transcrição

$$C = \frac{m_1 \text{ g}}{V \text{ L}}$$

$$1\text{L} \text{ --- } 1000\text{ml}$$

$$V = \text{--- } 20 \text{ ml}$$

$$1000 V = 20$$

$$V = \frac{20}{1000}$$

$$V = 0,02\text{L}$$

$$C = \frac{1,5}{0,02} = \frac{15 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2$$

$$C = 7,5 \cdot 10^1 = 75 \text{ g/L}$$

Estudante E8

1L --- 1000 ml
V --- 20 ml

$V = \frac{20}{1000} = 0,02 \text{ L}$

$C = \frac{1,5}{0,02} = \frac{15 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2 = 7,5 \cdot 10^1 = 75 \text{ g/L}$

Transcrição

$$1\text{L} \text{ --- } 1000\text{ml}$$

$$V \text{ --- } 20 \text{ ml}$$

$$V = \frac{20}{1000} = 0,02\text{L}$$

$$C = \frac{1,5}{0,02} = \frac{15 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2$$

$$7,5 \cdot 10$$

$$75 \text{ g/L}$$

Estudante 10

1L --- 1000 ml
V --- 20 ml

$1000V = 20$
 $V = \frac{20}{1000} \rightarrow V = 0,02 \text{ L}$

$C = \frac{1,5}{0,02} = \frac{15 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2 = 7,5 \cdot 10^1 = 75 \text{ g/L}$

Transcrição

$$1\text{L} \text{ --- } 1000\text{ml}$$

$$V = \text{--- } 20 \text{ ml}$$

$$1000 V = 20$$

$$V = \frac{20}{1000} \rightarrow V = 0,02\text{L}$$

$$C = \frac{1,5}{0,02} = \frac{15 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-2}} = 7,5 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2 = 7,5 \cdot 10$$

$$75 \text{ g/L}$$

Observou-se nas respostas da QP2 dos estudantes E2, E5, E8 e E10, que os mesmos apresentaram esboços matemáticos da conversão de volume de uma forma correta. Isso confirma a suposição de dedução destacada na QP1, na qual os mesmos erraram.

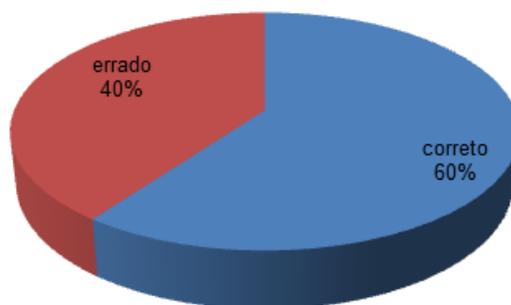
Uma interpretação possível para essa redução de erros relativos à relação de proporcionalidade e a operação matemática (divisão), que se dá provavelmente por esses estudantes já terem desenvolvidos subsunçores que facilitaram “[...] a compreensão, o significado e a capacidade de transferência de situações novas [...]”, o que favorece a uma aprendizagem significativa ao invés da mecânica (MOREIRA, 2011a, p. 40).

Entende-se que as atividades como a conversão de unidades de medidas podem ser obtidas por uma forma de proporcionalidade e a determinação da concentração por uma equação que envolve a razão entre a massa do soluto pelo volume da solução, aproximam-se do nível um na Escala de Herron, o qual se elabora o problema e se tem um caminho previamente definido para se chegar a um resultado.

Considera-se que esses são exemplos típicos de aprendizagem significativa por recepção, pois à medida que ocorre um trato nas informações passadas ao estudante, eles têm como função cognitiva estabelecer relações de forma interativa com os novos conhecimentos, condicionando-os a uma “[...] diferenciação progressiva e reconciliação integrativa” (MOREIRA, 2011a, p. 34).

Na QP2, os estudantes necessitavam também informar a possibilidade de se determinar a densidade da solução em análise. Caso a resposta fosse “sim”, deveria apresentar justificativas descrevendo os procedimentos e técnicas necessárias para essa determinação. Caso sua resposta fosse “não”, também deveria vir acompanhada de justificativas. Observou-se que 40% dos estudantes apresentaram respostas erradas, conforme Figura 13.

Figura 13 - Respostas dos estudantes sobre a determinação (descrição) da densidade da solução da questão QP2.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Inferiu-se aqui que no desenvolvimento da AE, os estudantes determinaram a densidade da solução de sacarose preparada por eles (APÊNDICE F, item 9). Para isso, eles realizaram alguns procedimentos sugeridos no roteiro-guia, tais como:

- Registrar a massa de um béquer vazio (o pesquisador orientou a enumerar esse béquer como “B1”).
- Registrar a massa do béquer com a solução (foi orientado pelo pesquisador a enumerar esse béquer com “B2”).
- Determinar a massa da solução, com base na diferença das massas do “B2” e “B1”.

O pesquisador solicitou a atenção dos estudantes para as variáveis que envolvem a determinação da densidade de uma solução (massa da solução, do soluto, do solvente e volume da solução), procurando relacionar conhecimentos desenvolvidos na aula teórica. Esperou-se que na resolução fossem utilizados os conhecimentos prévios desenvolvidos na teoria e na AE. No entanto, parte dos estudantes ainda não conseguiu estabelecer as relações necessárias para esse conhecimento. Possivelmente, não houve a formação de subsunçor específico para se ancorar na estrutura cognitiva.

Outro fator que influenciou nos índices de respostas incorretas foi a capacidade de redigir dos estudantes. Muitos não conseguiram descrever de forma organizada, cronológica ou completa os procedimentos solicitados. A seguir, destacam-se as respostas apresentadas por quatro estudantes como exemplo das dificuldades observadas:

Estudante E1

A densidade depende da massa da solução, se eu retirar 20 ml não pode-se encontrar a densidade ou nem o volume.
Divide a massa pelo volume encontrado.
Divide a massa do soluto pelo volume da solução.

Transcrição

"A densidade depende da massa da solução, se retirar 20 mL não pode se encontrar a densidade ou o volume.[...] divide a massa do soluto pelo volume da solução".

Estudante E2

Sim, pesando o bequer vazio (B_1) e depois bequer com a resolução (B_2) e com o resultado da ($B_1 - B_2$). Divide com a massa do soluto pela a resolução.

Transcrição

"Sim, pesando o bequer vazio (B_1) e depois bequer com a resolução (B_2) e com o resultado da ($B_1 - B_2$). Dividir com a massa do soluto pela solução".

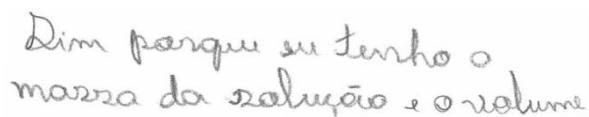
Estudante E3

Sim, pois tem como calcular a massa usando um biquer e depois divide a massa pelo o volume.

Transcrição

"Sim, pois tem como calcular a massa usando um biquer e depois divide a massa por o volume".

Estudante E7



Sim porque eu tenho o massa da solução e o volume

Transcrição

“sim porque eu tenho o massa da solução e o volume”.

Esse é um tipo de atividade aberta que se aproxima do nível dois na Escala de Herron. Elabora-se o problema, enquanto o método e a resolução ficam sob a responsabilidade dos estudantes. Para Lederman (2009), espera-se que o estudante apresente dificuldade em concluir com êxito atividades abertas, cabendo ao professor usar a sua experiência para mesclar os Níveis da Escala de Herron, considerando a hierarquia, a fim de explorar as habilidades de seu estudante e para atingir uma “alfabetização científica”.

O percentual de 40% das respostas incorretas corrobora com as ideias já citadas neste trabalho por Moreira (2011a), que alerta para quando colocar os estudantes diante de situações novas, sem que previamente tenham sido acostumados, geralmente manifestam dificuldades em apresentar uma resposta aceitável. Uma forma de minimizar essas dificuldades é propor progressivamente essas situações novas. Assim, a medida que ocorrer interações com a estrutura de conhecimentos, essas situações novas passam a representar um conhecimento significativo, potencializando a externalização e a construção de uma resposta satisfatória.

4.3 Questão QP3 – Solução Preparada: sulfato de cobre II penta-hidratado

Os dados coletados junto a 22 estudantes, na resolução da QP3, reforçam como possíveis os indícios de aprendizagem significativa na QP2, uma vez que se verificou nos itens relacionados aos conceitos (soluto, solvente e Solução) um acerto em 100% das respostas dos estudantes. Todos eles identificaram corretamente o soluto, o solvente e apresentaram uma definição aceitável (dentro dos parâmetros estudados na aula teórica) para a solução aquosa de CuSO_4 .

Portanto, aponta-se uma provável aprendizagem do tipo conceitual, na qual os estudantes, possivelmente, atentaram-se para uma regularidade nos eventos e que levaram a compreensão na definição de soluto, solvente e Solução, podendo agora representar e classificar sem mais depender do seu referente. Esse é um tipo de “[...] aprendizagem representacional de alto nível”. (MOREIRA, 2011a, p. 39).

Na determinação do número de mols presentes na alíquota questionada na QP3, observou-se que todos os estudantes investigados responderam de forma correta, acertando a relação proporcional e a operacionalização matemática (multiplicação e divisão). Assim, supõe-se que a AE leva à formação ou atualização dos conhecimentos prévios de proporcionalidade e operações matemáticas, possibilitando interações na estrutura cognitiva dos estudantes, levando-os a estabelecer uma relação direta para o novo conhecimento, com características de aprendizagem significativa.

Quanto à conversão da massa da QP3, apenas o estudante E21, o qual corresponde a 5% dos estudantes investigados, apresentou resposta incorreta, conforme destacado a seguir:

Estudante E21

$$= \frac{249,5 \text{ g/mol}}{m_1} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{3,10}$$

$$= M_1 \cdot 249,5 \cdot 3,10 = \frac{0,7485 \text{ g}}{0,01}$$

Transcrição

$$= 249,5 \text{ G/MOL} \cdot \frac{1 \text{ MOL}}{3,10}$$

$$M_1 \cdot \frac{3,10}{0,01}$$

$$= M_1 \cdot 249,5 \cdot 3,10 = \frac{0,745}{0,01} \text{ g}$$

Observando essa resolução, é possível notar que o estudante E21 estabeleceu as relações de proporcionalidade coerentes. Porém, atentou-se para os erros de representação das unidades de medidas (letras maiúsculas), no valor da variante mols e na operação matemática (divisão). Esse fator é recorrente quando se comparam as suas respostas na QP1 e QP2. Portanto, a aprendizagem para esse estudante, possivelmente, pode ter ocorrido de forma arbitrária, condicionando-o a uma aprendizagem mecânica, sem formação de subsunçor, capaz de promover

a ancoragem desse conhecimento na estrutura cognitiva. Esse fato corrobora com Moreira (2011a, p. 32), quando considera que:

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois, ao final do processo, a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunções adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor, na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica.

Caso semelhante ocorreu na conversão de volume, no qual também apenas 5% das respostas foram incorretas.

Na determinação da concentração comum na QP3, apenas 5% dos estudantes apresentaram respostas incorretas, conforme Figura 14.

Figura 14 - Respostas dos estudantes sobre a determinação da concentração comum (g.L^{-1}) da questão QP3.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

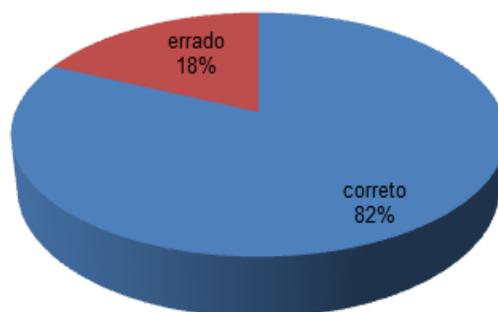
Comparando o percentual de respostas incorretas entre as três questões QP1 (76%), QP2 (16%) e QP3 (5%), nota-se uma redução considerável na determinação da concentração comum da solução.

A redução de respostas incorretas relativas à concentração comum, provavelmente foi influenciada pela aprendizagem dos estudantes nas duas variáveis de conversão de unidades de medidas (massa e volume) que são conhecimentos prévios para se equacionar corretamente a concentração comum.

Após a análise dos dados registrados nas três questões, deduziu-se que a AE supostamente foi um elemento potencializador na aprendizagem, pois os estudantes além de coletarem informações e relacionarem-nas com o conhecimento estudado durante a teoria, puderam exercitar o mesmo conhecimento em várias ocasiões sem torná-lo cansativo e desmotivador. Assim, à medida que se exigiu deles o conhecimento como uma relação de proporcionalidade e/ou operação matemática (divisão e multiplicação), possivelmente ocorreu um desenvolvimento de subsunçores específicos de forma progressiva, tornando-os aptos a captar, internalizar, diferenciar e reconciliar os significados que não lhes eram imediatos, manifestando-se a aprendizagem de forma progressiva, como descreve Moreira (2011a).

Como última informação na QP3, os estudantes deveriam informar a possibilidade de determinar a densidade da solução em questão e justificar suas respostas. Cerca de 18% das repostas foram consideradas incorretas, conforme Figura 15.

Figura 15 - Respostas dos estudantes sobre a determinação (descrição) da densidade da solução da questão QP3.



Fonte: Autor Elaborado pelo (2016).

Quando comparados os 18% de respostas incorretas na questão QP3 aos 40% da QP2, demonstraram que 22% dos estudantes que antes haviam errado desenvolveram aprendizagem numa região que antes não era percebida.

Portanto, pela quantidade de informações necessárias na estrutura de conhecimentos dos estudantes, para construir uma resposta positiva (correta) relativa à descrição de determinação da densidade da solução, permitiu deduzir que

provavelmente há indícios de aprendizagem combinatória, que Moreira (2011a, p.37) descreve, como:

[...] é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados e um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é mais incluso nem mais específica do que os conhecimentos originais. Possui alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

A experiência diária docente aponta para a dificuldade dos estudantes em traduzir a linguagem escrita em linguagem matemática e vice-versa. Isso é ratificado por Morais (2015, p. 2) quando afirma que “[...] o baixo desempenho dos estudantes diante de situações que envolvem grandezas e sua importância no meio social e científico [...]”, é um dos fatores de dificuldade de aprendizagem.

Essa afirmação é também ratificada por Martins, Araújo e Oliveira (2016, p. 24), quando consideram como principal deficiência observada nos estudantes a “[...] falta de capacidade abstrativa, em especial uma dificuldade em entender as simbologias matemáticas e os operadores lógicos essenciais para a construção das sentenças”. Sendo esses elementos fundamentais para o Ensino de Química, principalmente na determinação da Concentração das Soluções.

4.4 Entrevista: Concepção dos Estudantes

As respostas concedidas pelos estudantes à entrevista foram transcritas e apresentadas no quadro 3. Buscou-se entender qual concepção em relação à aula teórica e AE no estudo de CS e sua aplicação em conteúdos de Química a ser estudados no futuro.

Quadro 3 – Respostas dos estudantes relativas às perguntas da entrevista.

Estudantes	Respostas das perguntas			
	I	II	III	IV
E4	<i>“Melhorou bastante, tem mais facilidade para a gente aprender que na sala de aula..., na aula teórica tive muitas dúvidas, a atividade experimental melhorou mais”.</i>	NFR*	<i>“Concentração usa a massa do soluto e a densidade usa a massa da solução”</i>	<i>“Sim, pois facilita a aprendizagem”.</i>
E11	<i>“Contribuiu, peguei as informações bem direitinho..., Consegui diferenciar o soluto do solvente, consegui aprender diferença entre a concentração e densidade”.</i>	<i>“É uma mistura homogênea”</i>	<i>“A massa da concentração é a massa do soluto e a massa da densidade é a massa da solução.”</i>	<i>“É bom você pegar as informações na sala e vi com todas as informações na cabeça, ai você vem para o laboratório e faz a aula (atividade) experimental, usa todas as informações que pegou na aula experimental e assim contribui para você aprender mais”.</i>
E20	<i>“Mudou, agora flui, eu estou sabendo o que é massa de soluto, massa de solvente...”.</i>	<i>“É uma mistura homogênea de duas ou mais substâncias”.</i>	<i>“A concentração usa a massa do soluto e a densidade usa a massa da solução”.</i>	NRF*

*Não Forneceu Resposta (NFR).

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A partir das respostas desses estudantes, permitiu-se considerar que eles reconhecem a importância da AE para aprendizagem do conteúdo de CS. Em seus relatos, é possível perceber que muitas dúvidas foram esclarecidas, tais como: diferença entre a massa do soluto e do solvente, densidade e concentração, como também, definição de solução. Principalmente quando eles relataram que AE contribuiu para aprendizagem do conteúdo:

E4 – *“melhorou bastante [...]”.*

E11 – *“contribuiu, peguei as informações bem direitinho [...]”.*

E11 – *“mudou, agora flui, estou sabendo [...]”.*

Apesar do E4 não ter apresentado uma definição para Soluções, o E11 e o E20 reconhecem a característica da fase homogênea como fator importante no reconhecimento de uma solução. O E20 apresentou uma definição mais completa e elaborada. Possivelmente, esse estudante observou alguma regularidade nos eventos que o permitiu emitir um conceito mais significativo. Essas são características de aprendizagem do tipo conceitual que, para Moreira (2001a), ocorre quando o estudante constata regularidades em eventos e pode representar sem mais depender de seu referente original, processando assim para uma aprendizagem representacional em condições mais evoluídas

Para esses estudantes entrevistados ficou nítida a diferença entre concentração comum e densidade. As diferenças apontadas por eles são uma consequência direta da AE realizada. Nela, conforme no roteiro-guia, solicitava que os estudantes preparassem uma solução aquosa de sacarose com concentração comum estabelecida. Para isso, eles deveriam determinar a quantidade de massa do soluto necessária para obter a solução com a referida concentração comum. Assim como já mencionado nesta dissertação, utilizaram a proporcionalidade para tal fim.

Para determinar a densidade, o roteiro-guia orientava que os estudantes seguissem outros procedimentos que os levariam a encontrar a massa da solução. Dessa forma, os termos “massa do soluto” e “massa da solução” foram determinados por dois procedimentos diferentes, que, provavelmente, ao se relacionar com a estrutura cognitiva desses estudantes, formaram subsunções específicos para cada uma delas, com maior particularidade e relevância para os termos abordados. Seguindo essa linha de raciocínio, permite compreender quando Ausubel (2000) disserta sobre um conhecimento mais específico e relevante que encontra condições de se relacionar seletivamente com os conhecimentos mais gerais e estáveis na estrutura cognitiva, produziram novos significados, os quais atuaram como objeto no processo de aprendizagem.

Outro fator considerável é o reconhecimento da importância da AE para o próximo conteúdo de química, principalmente na fala do E11:

“É bom você pegar as informações na sala e vi com todas as informações na cabeça, aí você vem para o laboratório e faz a aula (atividade)

experimental, usa todas as informações que pegou na aula experimental e assim contribui para você aprender mais”.

O E11 reconhece a importância da AE, mas para ele é fundamental atenção durante a realização da aula teórica, pois é nesse momento que as informações do conteúdo abordado são apresentadas para os estudantes e funcionarão como conhecimentos prévios para a realização da AE. Portanto, essa afirmação vem corroborar com Moreira (2011a, p. 105.), quando descreve que a “[...] principal função do organizador prévio é, então, de superar o limite entre o que [o estudante] já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada”. Nesse sentido, é possível perceber um *continuum* entre o conteúdo teórico e AE, o qual os estudantes “[...] realizam as experiências e as discutem com o objetivo de compreenderem a teoria por elas contemplada” (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 837).

Neste trabalho, procurou-se investigar as contribuições de AEs para AS no estudo de CS para estudantes do 2º ano do EM através da realização de AEs com aplicação de questionários que forneceram dados relativos aos acertos e erros dos estudantes referentes aos conceitos de soluto, de solvente e de solução, como também nas operações matemáticas. Para tanto, aplicou-se, ainda, a entrevista aos estudantes com o intuito de compreender suas concepções sobre o uso da AE para o estudo de CS.

Assim, a partir da análise dos dados, inferiu-se que houve avanços na aprendizagem, pois é possível notar ao longo do desenvolvimento dos resultados coletados que houve uma redução no percentual de erros dos estudantes, além das construções mais adequadas de suas respostas, com argumentação mais plausível e ideias mais apuradas.

Os resultados obtidos evidenciaram que a AE levou os estudantes a construir uma ideia mental que evoluiu para um símbolo já significativo e se equiparou aos seus referentes conceitos que foi chamado por Ausubel (2000) de atributos específicos. Portanto, os novos conhecimentos interagiram com esses atributos permitindo aos estudantes uma retenção dos mesmos na caracterização de uma solução potencializando a AS no conteúdo de Concentrações de Soluções.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa, procurou-se dissertar sobre perspectivas que envolvem a aprendizagem, as relações do Ensino de Ciências da Natureza, principalmente o de Química, as modificações nas metodologias de abordagem do conteúdo e as predisposições na assimilação dos mesmos pelos estudantes. É nesse cenário que a TAS se concretiza, quando o conteúdo apresentado pelo professor consegue se ancorar 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, pois é lá que se executam e se avaliam as propostas educacionais.

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

Um aspecto importante nesta pesquisa foi a constatação das dificuldades dos estudantes com o uso de equações ou fórmulas que foram amenizadas quando se apresentou a opção das relações de proporcionalidades (Regra de Três Simples). Esses são conhecimentos prévios apresentados aos estudantes e desenvolvidos na disciplina de Matemática nas séries iniciais. Porém, muito deles não foram capazes de estabelecerem relação relevante do novo conhecimento com a estrutura cognitiva. Possivelmente, tenha ocorrido um esquecimento natural de aprendizagem ao longo da vida escolar. Fato esse comprovado pela diminuição de erros ao longo da resolução das questões. Nessa direção, destaca-se a necessidade de promover meios que leve a práticas pedagógicas mais próximas do cotidiano dos estudantes, transmitindo outros significados em sua aplicação.

O trajeto percorrido pela pesquisa evidenciou que as AEs podem ter contribuído, em diferentes aspectos, para que ocorresse uma aprendizagem mais significativa no estudo de CS. Verificou-se que a AS do tipo representacional e conceitual se sobressaíram, pois transformaram 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.

Verificou-se ainda que, quando são apresentadas atividades (exercícios) aos estudantes que requerem muitas relações entre os novos conhecimentos e os subsunsores específicos que atuam como ancoradouros na estrutura cognitiva, os mesmos apresentaram muitas dificuldades de aprendizagem. Essas são ações cognitivas características de AS na forma combinatória, as quais exigem uma interação de forma mais ampla com vários outros conhecimentos assimilados pela estrutura cognitiva, como por exemplo: descrever um texto roteiro-guia de procedimentos necessários a determinação da densidade de uma solução. Tal fato é diretamente influenciado pela deficiência de traduzir para uma linguagem científica os acontecimentos ocorridos durante a realização de um procedimento científico.

Portanto, fica um convite para que os professores de Química destaquem em seus planejamentos curriculares a utilização de ferramentas metodológicas como atividades experimentais abrangendo os conhecimentos prévios de anos anteriores (Ensino Fundamental), buscando estreitar as relações com os novos conhecimentos e evidenciando as diferenças específicas. A AE, por si só, não preenche todas as lacunas que ficaram durante a explicação teórica. É essencial a reflexão 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.

Acredita-se que seja fundamental que os professores detenham o conhecimento da teoria apresentada, visando ao desenvolvimento satisfatório do processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, poderão compreender como a assimilação dos conceitos acontece na estrutura cognitiva do estudante. O professor deve estar atento para compreender a relevância e a potencialização de novas informações que possam interagir com os subsunsores específicos na estrutura de conhecimentos do estudante, tornando-as mais elaboradas, organizadas, que passarão a adquirir um carácter mais inclusivo e significativo.

Portanto, analisando o objetivo proposto nesta pesquisa, pode-se considerar que os estudantes pesquisados apresentaram muitas dificuldades no estudo de

Concentrações de Soluções, principalmente nas operações matemáticas e na construção textual das respostas por eles apresentadas. Tais dificuldades não foram sanadas somente com a aplicação da AE, mas, amenizadas com as intervenções ao longo do processo por parte do pesquisador.

Verificou-se junto aos estudantes pesquisados como fundamental a utilização de AEs para o estudo de Química, pois através delas se torna possível esclarecer e aprender conhecimentos não assimilados durante a aula teórica. No entanto, a qualidade no desenvolvimento da proposta da AE depende muito dos conhecimentos prévios que a mesma exige, seja na aplicação do conteúdo teórico ou outros abordados durante a vida escolar do estudante.

Além da ferramenta da AE utilizada nesta pesquisa, com propósito de investigar os indícios para aprendizagem significativa no estudo de CS, optou-se também pela aplicação da proporcionalidade (Regra de Três Simples) nas relações matemáticas diversamente das equações matemáticas (fórmulas) que a mesma exige. Percebeu-se que nesta pesquisava os resultados foram satisfatórios. Porém, não se pode pontuar aqui que a proporcionalidade é a melhor metodologia para outros conteúdos químicos que necessitam de equações matemáticas para o seu desenvolvimento. Portanto, esse é um desafio que poderá ser explorado por futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

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

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

AUSUBEL, D. P. **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.

_____; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARNEA, N.; DORI, Y. J. Computerized Molecular Modeling - The New Technology for Enhancing Model Perception Among Chemistry Educators and Learners. **Chemistry Education Research and Practice**. in Europe, p. 109-120, 2000.

BASSOLI, F. 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 Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/SENTEC, 2000.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, v2, 2006.

_____. Senado Federal. **Lei de n. 13.415**, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=251273&norma=270661>> Acesso em: 22 de mai. 2017.

BULEGON, A. M.; MUSSOI, E. M. Pressupostos Pedagógicos de Objeto de Aprendizagem. In: TAROUCO, Liliâne 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.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; VEILCHES, A. (Org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino e aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARDOSO, S. P; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar Química, **Química Nova**. Ijuí: Unijuí, v.23, n.3, 2000.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?**. 2.ed. Canoas: Ed. ULBRA, 2004.

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

DAMASCENO, H. C., BRITO, M. S., WARTHA, E. J. 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.

DÍAZ, M. J. M. Enseñanza de las ciencias? Para qué? *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, v. 1, n. 2, p. 57-63, 2002. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.

DUARTE, R. A. S.; FREITAS, M. Z. S.; OLIVEIRA, M. R. M.; SOUSA, A. A. 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. 2015.

FOUREZ, G., “Crise no Ensino de Ciências?”, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n. 2, p. 109-123. 2003

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

FREZZA, J. S.; MARQUES, T. B. I. A evolução das estruturas cognitivas e o papel do senso comum. **Revista Schème**, Marília, v. 2, n. 3, 2009.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCMITZ, L. C.; SOUZA, M. L. GIESTA, S. GONÇALVES, F. P. 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.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)- Universidade de Brasília. 2010.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GIGANTE, A. M. B.; SANTOS, M. B. **Matemática**: reflexões no ensino, reflexos na aprendizagem. Erechim: Edelbra, 2012.

Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.

HAYDT, R. C. **Curso de didática geral**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1995.

HERRON, M. D. The nature of scientific enquiry. **School Review**, v.79, n. 2, p. 171-212.1971.

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

HUDDLE, P.A.; WHITE, M.D.; ROGERS, F. Using a teaching model to correct known misconceptions in Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 1, p. 104-110, 2000.

JOHNSTONE, A.H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n 9, p. 701-704, 1993.

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

LEDERMAN, J. S. Teaching scientific inquiry: exploration, directed, guided, and open-ended levels. In: **National Geographic**: Best Practices in Science Education Hapton-Brown. p. 8-20. 2009.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de química. **Quim. Nova**, v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

MAIA, D. **Práticas de química para engenharia**. Campinas -SP: Editora Átomo, 2008.

MAIA, J.O. **Professor de química, livros didáticos e os cadernos do Estado de São Paulo**: relações complexas. 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.

MARTINS, E. S. **Formação contínua e práticas de leitura**: o olhar do professor dos anos finais do ensino fundamental. 2014. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

_____. ARAÚJO, D. J.G.; OLIVEIRA, R. F. Ensino e aprendizagem de cálculo I em cursos de licenciatura: limites e possibilidades. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática** – v. 3, n. 9, p. 18 – 32, 2016.

MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – v. 1, n. 1, p. 16-24, 2011.

MORAIS, L. B. A conceitualização de volume como grandeza à luz da teoria dos campos conceituais: In: Conferência Interamericana de Educação Matemática, 14, 03-07 maio 2015, Tuxtla Gutiérrez, México. **Anais do XIV CIAEM**, 2015. Disponível em: < http://xiv.ciaem-redumate.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/paper/viewFile/203/122>. Acesso em: 18 mar. 2016.

MOREIRA, M. A. **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? **Qurriculum**, La Laguna, v. 25, p. 29-56, 2012.

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

NIEZER, N. T. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)**, 2012. 139 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2012.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 212p. 1996.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O Ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga, BA: O olhar dos alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar** -Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. Educação e conhecimento científico, 2010. Disponível em: < <http://www.uesb.br/recom/anais/conteudo.php?pagina=02> > Acesso em: 20 mar. 2016.

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

OLIVEIRA, R. **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, G. L.; PACHECO, H.F.; NETO; C. O. C.; CARVALHO, R. C. P. S. 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.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I.; Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, n. 1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PENAORTE, G. S.; SANTOS, V. S.; O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de pH como alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. **EDUCAmazonia Humaitá**, AM, v. 13, n. 2, p. 8-21, jul. dez. 2014.

RIBEIRO, M. T.; MELLO, I. C.. Ensino de química na educação básica – EJA: algumas dificuldades. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 15, 2010, Brasília. **Anais** .Brasília: EAP, 2010. 9p. Disponível em:<<http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R0323-2.pdf>> Acesso em: 20 set. 2016.

ROCHA, F. E. L. 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, C. T. W.; ROSA, Á. B. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: proposta de organização do roteiro para aulas de física. **Física na Escola**, v. 13, n. 1, 4-7, 2012.

RUTHERFORD, F. J.; AHLGREN, A. **Ciência para todos**. Trad. Catarina C. Martins. Lisboa: Editora Gradiva, 1995.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. 2. ed. Campinas Átomo, 2010.

SANGER, M.J. Using Particulate Drawings to Determine and Improve Students' Conceptions of Pure Substances and Mixtures. **Journal of Chemical Education**, v. 77,n. 6, 762-766, 2000.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**. São Cristóvão-SE, v. 9, n. 7, 2013.

SANTOS, W. L. P. dos; MOL, G. de S. **Química Cidadã**: Ensino Médio. v. 2. 2 série, 2. ed. São Paulo: AJS, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

_____; MALDANER, O. A (Org.). **Ensino de Química em Foco**. 3. ed. Ijuí.: Editora Unijuí, 2010.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SILVA, A. J.; LOPES, A.P.; RUBEM, C.M. 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, J. F. S. 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, S. C. R da.; SCHIRLO, A. C. 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.

SILVEIRA, E.; MARQUES, C. **Matemática: compreensão e prática**. São Paulo: Moderna, 2008.

SOARES, L. H. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de geometria básica**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2008.

TEIXEIRA, L. P. **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, J. O. 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, F. A. C. **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.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. (Org.). **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas**. 2. ed. Brasília: UNESCO/Instituto Sangari, 2009. p. 194.

WU, H.; KRAJCIK, J.S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 38(7), 821-842, 2001.

YIN, R. K. **Case Study Research**: design and methods. 2 ed. London: Sage, 1984.

Yin, R. K. **The Case Study Method**: an annotated bibliography. Washington, DC: COSMOS Corporation. 1983.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Anuência



Governo do Estado do Ceará
Secretaria de Educação Básica do Estado do Ceará - SEDUC
1ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da educação –
Maracanaú



Escola de Ensino Médio Ana Bezerra de Sá

TERMO DE ANUÊNCIA

Eu, Oséias Amador Pereira, diretor da EEM Ana Bezerra de Sá, informo que estou ciente e de acordo com o projeto de pesquisa “Concentração de Soluções no Ensino Médio: o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa” sob a responsabilidade do professor Francisco Alberto Saraiva, discente do mestrado do Programa de Pós-Graduação do Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e professor efetivo da rede estadual de educação do Estado do Ceará. Diante do exposto autorizo a execução do projeto e a publicação dos resultados de acordo com as normas do Conselho de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

De acordo,

Oseias Amador Pereira
Matrícula: 160237-1-X
Diretor Escolar
DOE. 10.05.2016

Eusébio-Ce, 02 de agosto de 2016.

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ – IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PGECM

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho (a), regularmente matriculado no 2º ano do Ensino Médio do turno manhã, da Escola de Ensino Médio Ana Bezerra de Sá, está sendo convidado (a) a participar, como voluntário, de uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar que seu filho faça parte do estudo, assine ao final deste documento. Em caso de recusa ou desistência, nem você nem seu filho (a) serão penalizados. Em caso de dúvida você pode procurar o professor responsável pelo projeto Prof. Francisco Alberto Saraiva pelo telefone (85) 98858-6416 ou pessoalmente na Escola de Ensino Médio Ana Bezerra de Sá junto ao Núcleo Gestor nos turnos matutino e vespertino para maiores informações sobre a pesquisa.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Título do Projeto: Concentração de Soluções no Ensino Médio: o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa

Professor Responsável: Francisco Alberto Saraiva.

Telefone para contato: (85) 98858-6416

Descrição:

A proposta consiste na busca por melhorias no Ensino de Ciências, a partir da inserção da experimentação na perspectiva investigativa no contexto escolar. Propõe-se, portanto, a análise de dados a partir de aulas que serão ministradas com os estudantes do 2º ano do Ensino Médio do turno manhã, da Escola de Ensino Médio Ana Bezerra de Sá.

A pesquisa tem por objetivo geral utilizar as atividades experimentais, para uma aprendizagem significativa no estudo de Concentração de Soluções pelos estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Para tanto serão ministradas aulas

experimentais segundo uma perspectiva investigativa com o tema gerador Concentração de Soluções.

O professor se compromete com o bom andamento da pesquisa e com o cumprimento de suas responsabilidades em zelar pela integridade e bem estar dos sujeitos da pesquisa. Nenhum estudante será prejudicado no andamento regular do ano letivo, de forma que seu desenvolvimento e todo o processo de ensino e aprendizagem ocorrerá normalmente, independente de sua participação ou não nessa pesquisa. A pesquisa será acompanhada procurando estar de acordo com as exigências éticas em pesquisa envolvendo seres humanos.

Os dados coletados e os resultados da pesquisa serão divulgados na dissertação de mestrado do professor e em artigos que compartilhem as conclusões obtidas neste estudo. A intervenção desta pesquisa será feita no segundo bimestre, no período de agosto a setembro de 2016.

Eu, Francisco Alberto Saraiva, comprometo-me a honrar com o exposto acima.

Francisco Alberto Saraiva

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____
_____, RG _____ CPF _____, pai,
mãe ou responsável pelo (a) estudante (a)

_____,
autorizo-o (a) a participar do estudo "**CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES NO ENSINO MÉDIO: O USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**", como sujeito de pesquisa. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo professor. Francisco Alberto Saraiva sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade, bastando comunicar este fato ao professor.

Local e data: _____

Assinatura do responsável: _____

APÊNDICE C – Questão Problema QP1

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa para um projeto de mestrado no Ensino de Ciências e Matemática intitulado “Concentração de Soluções no Ensino Médio: o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa”. É importante que você entenda que o estudo está sendo feito para busca melhorias no Ensino de Ciências, a partir da inserção da experimentação na perspectiva investigativa no contexto escolar.

Propomos, portanto, a aplicação de três questões que serão aplicados para análise de dados a partir de aulas teóricas e experimentais que serão ministradas e o que ele envolverá. Solicitamos que reserve um tempo para ler cuidadosamente e responder as perguntas a seguir.

VITAMINA C - Você sabia?

O ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) ou vitamina C deve ser consumida regularmente porque é um ótimo cicatrizante e facilita a absorção do ferro, sendo particularmente indicada no tratamento contra anemia. Além disso, a vitamina C serve para facilitar a cicatrização da pele e melhorar a circulação sanguínea, sendo ótima para ajudar na prevenção de doenças cardiovasculares como a aterosclerose, por exemplo.

Fonte: <<http://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-vitamina-c/>> Acesso 10 de agosto de 2016.

Questão Problema QP1

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

- Qual o soluto dessa mistura?
- Qual o solvente dessa mistura?
- A mistura obtida pode ser classificada como uma Solução? Justifique?
- Qual a massa em gramas da pastilha? (Demostre com cálculos necessários)
- Qual a concentração comum ($g.L^{-1}$) dessa mistura? (Demostre com cálculos necessários).

REFERÊNCIAS

FONSECA, M. R. M. **Química: físico-química** / Martha Reis - São Paulo: FTD, 2007

MAIA, D. **Práticas de química para engenharia**. Campinas -SP: Editora Átomo, 2008.

PROJETO MEDICINA. Disponível em: <

http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/586/fisico_quimica_concentrac_ao_comum_molaridade_titulo_exercicios_gabarito.pdf > Acesso 10 de agosto de 2016.

ZANIN, T. Tua Saúde: alimentos ricos em vitamina C. Disponível em:

<<http://www.tuasaude.com/alimentos-ricos-em-vitamina-c/>> Acesso 10 de agosto de 2016.

APÊNDICE D – Questão Problema QP2

Questão Problema QP2

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

- a) Qual o soluto?
- b) Qual o solvente?
- c) Esse medicamento pode ser classificado como Solução? Justifique.
- d) A massa em “g” do soluto presente numa amostra de 20 mL deste medicamento.
- e) A concentração comum (g.L^{-1}) deste medicamento?
- f) É possível determinar a densidade (g.mL^{-1})? Justifique.

REFERÊNCIAS

CONSTANTINO, M. G.; SILVA, G. V. J.; DONATE, P. M. **Fundamentos de química experimental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

FONSECA, M. R. M. **Química: físico-química** / Martha Reis - São Paulo: FTD, 2007

MAIA, D. **Práticas de química para engenharia**. Campinas -SP: Editora Átomo, 2008.

APÊNDICE E – Questão Problema QP3

Questão Problema QP3

Observe uma amostra de solução de sulfato de cobre II penta-hidratado de concentração $0,3 \text{ mol. L}^{-1}$, contido num balão volumétrico disposto na bancada do laboratório de Ciências e informe:

Dados: massa atômica de: Cu = 63,5 u; S = 32 u; O = 16 u; H = 1 u.

- a) Qual o soluto?
- b) Qual o solvente?
- c) Você classifica esta amostra como uma Solução? Justifique.
- d) O número de mols de soluto presente em 10 mL desta solução?
- e) A massa em “g” do soluto presente em 10 mL desta solução.
- f) A concentração comum (g.L^{-1}) desta solução?
- g) É possível determinar a densidade (g.mL^{-1})? Justifique.

REFERÊNCIAS

CONSTANTINO, M. G.; SILVA, G. V. J.; DONATE, P. M. **Fundamentos de química experimental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

FONSECA, M. R. M. **Química: físico-química** / Martha Reis - São Paulo: FTD, 2007

MAIA, D. **Práticas de química para engenharia**. Campinas -SP: Editora Átomo, 2008.

APÊNDICE F – Roteiro-Guia para Atividade Experimental

Você está participando de uma aula de prática no Laboratório Educacional de Ciências para realização de uma atividade experimental da disciplina de química. Antes de iniciar a tarefa proposta é importante que você esteja consciente de que no LEC necessita de algumas normas de segurança. Para isso vamos lembrar algumas abaixo:

- Estar consciente do que estiver fazendo, ser disciplinado e responsável;
- O acesso ao laboratório é restrito quando experimentos estão em andamento;
- Respeitar as advertências do professor sobre perigos e riscos;
- Para utilizar os produtos químicos ou equipamentos, é necessária autorização de professores, técnicos ou estagiários.
- Não usar sandálias ou outros sapatos abertos,
- Usar preferencialmente calças compridas;
- Tomar os devidos cuidados com os cabelos, mantendo-os presos;
- Guardar casacos, pastas e bolsas, nas áreas indicadas, e não na bancada onde podem ser danificados pelos produtos químicos;
- Trabalhar em local bem ventilado e bem iluminado, livre de obstáculos ao redor dos equipamentos;
- Manusear as substâncias químicas com o máximo cuidado;
- Não respirar vapores e gases;
- Não provar reagentes de qualquer natureza;
- Sempre usar material adequado e seguir o roteiro de aula prática fornecido pelo professor, nunca fazer improvisações ou alterar a metodologia proposta;
- No local de trabalho e durante a execução de uma tarefa, falar apenas o estritamente necessário;
- O laboratório deve ser mantido limpo e livre de todo e qualquer material não relacionado às atividades nele executadas;
- Em caso de acidentes, avisar imediatamente ao professor ou técnico responsável;

Atividade Experimental (continuação APÊNDICE F)

Preparação de uma Solução aquosa de sacarose a partir de uma concentração previamente estabelecida e determinação da densidade dessa solução.

1 OBJETIVO:

- Determinar a massa necessária para preparar uma solução a partir de uma concentração sugerida.
- Reconhecer as diferenças entre soluto e solvente.
- Reconhecer a diferença entre concentração comum e a densidade

2 MATERIAIS E REAGENTES

- Béquer de 150mL.
- Bastão de vidro.
- Espátula.
- Pisseta com água.
- Garrafa pet de 250mL.
- Balança
- Sacarose.

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Preparar uma Solução de concentração 50 g/L de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

1. Determine a massa de sacarose necessária.
2. Pese um béquer limpo e seco.
3. Pese neste béquer a massa de sacarose determinada por você no item 1.
4. Adicione água aos poucos agitando com um bastão de vidro até dissolver todo o sólido.

5. Complete com água até atingir o volume de 100mL.
6. Pese o conjunto béquer e solução.
7. Determine a massa da solução subtraindo o peso do béquer com a solução pelo peso do béquer vazio.
8. Determine a massa de água presente na solução.
9. Determine a densidade da solução.
10. Transfira sua solução para uma garrafa pet limpa e seca, tampe.
11. Coloque uma etiqueta informando: a massa do soluto, do solvente e da solução, a concentração comum (g/L) e a densidade.

REFERÊNCIAS

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUTÔNOMO DO BRASIL (UNIBRASIL). **Normas de Segurança em Laboratório** [2016] Disponível em: <http://www.unibrasil.com.br/detalhe_categoria.asp?id=832> acesso em: 24 de mar 2016.

CONSTANTINO, M. G.; SILVA, G. V. J.; DONATE, P. M. **Fundamentos de química experimental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

FONSECA, M. R. M. **Química: físico-química** / Martha Reis - São Paulo: FTD, 2007

MAIA, D. **Práticas de química para engenharia**. Campinas -SP: Editora Átomo, 2008.